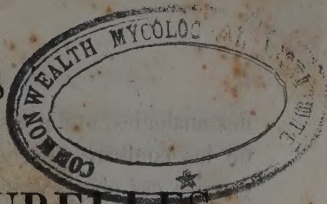


ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES
PARTIE BOTANIQUE



RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT
DE
QUELQUES CHAMPIGNONS PARASITES.

MÉMOIRE POUR SERVIR DE RÉPONSE
A UNE QUESTION PROPOSÉE PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES EN 1861
ET POUR SERVIR DE SUPPLÉMENT AUX TRAVAUX SUR LA QUESTION
DES GÉNÉRATIONS DITES SPONTANÉES.

Par M. A. de BARY,

Professeur de botanique à l'université de Fribourg en Brisgau.

« Nil tam difficile est quin querendo in-
vestigari possit. » (TEN.)

I

Des recherches multipliées ont, en ces derniers temps, répandu un jour nouveau sur les Champignons parasites et sur les maladies des plantes et des animaux avec lesquelles coïncide l'apparition de ces petits organismes. Toutefois ces recherches ont laissé une lacune importante dans la connaissance de ces végétaux. Plus on étudiait avec soin l'organographie du Champignon parfait et de ses organes reproducteurs, plus on négligeait de rechercher le premier développement que le parasite prend dans l'organisme qui le porte, ou la voie par laquelle il y parvient. Les idées qu'on se fait ordinairement à ce sujet sont généralement fondées sur

Ann. Sc. Nat.

XX. 1863

des analogies, et il n'y a que très-peu de cas où l'on a entrepris de les confirmer par des observations directes. Il faut donc étendre ces observations, si l'on veut apprendre l'histoire complète des parasites, et ces recherches sont surtout indispensables pour éclairer les relations causales qu'il y a entre la végétation des parasites et les maladies de l'organisme qu'ils habitent. Attendu l'assertion, maintes fois répétée, que ces parasites naissent de la substance même de l'organisme qui les porte, ces recherches sont intimement liées à la question des générations dites spontanées.

Dans ce mémoire j'ai essayé de contribuer à la solution des questions indiquées par ce qui précède, savoir :

Quelle est l'origine des Champignons parasites ; quelle est la voie par laquelle ils parviennent aux points où l'on trouve leur fruit ; quelles sont leurs relations causales avec l'état morbide de l'organisme qu'ils habitent ?

Il est évident que pour résoudre ces questions, il n'y a d'autre voie que celle d'un examen très-soigneux du développement entier du parasite, auquel doivent se joindre des expériences bien dirigées sur les conditions extérieures par lesquelles ce développement est déterminé. En appliquant rigoureusement cette méthode, on rencontre beaucoup de difficultés. Souvent, quand on veut faire une expérience, on trouve que les matériaux qu'on possède sont insuffisants ; or, pour en obtenir de nouveaux, il faut attendre la saison où le parasite en question se montre. Souvent les recherches mêmes exigent beaucoup de temps. On ne peut donc avancer que très-lentement. C'est pourquoi j'ai dû borner mes recherches à une série de cas qui est très-restreinte en comparaison de l'énorme quantité de Champignons parasites que l'on connaît. Malgré cela, j'ose espérer que la publication des résultats que je vais exposer dans le présent mémoire n'aura rien de prématuré.

Les Champignons dont je veux parler sont exclusivement des endophytes, c'est-à-dire des parasites qui ne croissent que dans des plantes vivantes. On sait que ces organismes se distribuent pour la plupart dans les familles des *Discomycètes*, des *Pyrénomycètes*, des *Urédinées*, des *Ustilaginées*, et dans quelques genres

d'Hyphomycètes, dont les *Péronosporées* sont des plus importants. C'est surtout de ces derniers, ainsi que des Urédinées, que je me suis occupé jusqu'ici.

L'exposition historique des opinions avancées sur la nature et sur l'origine des Champignons endophytes a été donnée par plusieurs auteurs modernes, notamment par MM. Léveillé (1), Tulasne (2) et moi (3). Il est vrai que nous ne traitons que des Urédinées et des Ustilaginées ; mais c'est surtout sur ces groupes qu'on a recherché l'origine et la nature des endophytes, et les idées qu'a fait naître leur examen ont été presque toujours appliquées aux endophytes en général. Je puis donc renvoyer le lecteur aux travaux très-connus des auteurs susmentionnés, et je puis me borner ici à un résumé très-court des opinions et des controverses sur le sujet qui nous occupe.

Les botanistes et les agriculteurs anciens connaissaient les Champignons endophytes, mais ils les prenaient pour des produits pathologiques des tissus où on les trouve. Quelques endophytes furent pris pour des organismes propres par les botanistes du siècle dernier. Micheli plaça parmi les Champignons l'Urédinée gélatineuse qui habite les Genévriers (*Podisoma* Lk) ; Haller et Bulliard placèrent des Pyrénomycètes et des Discomycètes endophytes dans les genres *Sphaeria* et *Hypoxydon* ; plusieurs Urédinées furent désignées comme appartenant au genre *Lycoperdon* ; les Ustilaginées enfin furent comptées parmi les Champignons par Bulliard, tandis que Linné les plaçait dans le règne animal.

Ce n'est que par les travaux de Persoon que les Champignons endophytes obtinrent une place fixe dans les systèmes mycétologiques, place qui dès lors n'a pas été sérieusement contestée. C'est aussi à Persoon qu'on doit leur première disposition dans des genres plus naturels et dont quelques-uns ont été conservés jusqu'à ce jour, tandis que le nombre des espèces a été énormément

(1) Voy. Dictionn. univ. d'hist. nat., art. URÉDINÉES.

(2) Mémoires sur les Ustilaginées et les Urédinées (Ann. des sc. nat., 3^e série, BOTAN., t. VII, p. 42) ; Second Mém. sur les Urédinées et les Ustilaginées (ibid., 4^e série, BOTAN., t. II, p. 77).

(3) Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin, 1853.

augmenté depuis que l'attention des botanistes y a été dirigée et que le perfectionnement des microscopes en a facilité l'examen.

Tout en reconnaissant la nature fongique des endophytes, les botanistes du siècle présent ne sont pas d'accord sur leur origine ; et la controverse sur ce sujet est essentiellement conforme à celle qui existe au sujet de l'origine des Champignons en général. D'un côté on croit que les endophytes naissent de la substance même des plantes malades, et qu'ils sont des produits de la maladie comparables en quelque sorte au pus des tissus enflammés du corps animal ou aux éléments des tumeurs qu'on y trouve. C'est surtout M. Fries qui soutient cette théorie. D'abord il l'étendait à tous les endophytes (voy. son *Systema mycologicum*, II, 269); plus tard (*Linnaea*, V, année 1830, p. 505), il paraît admettre que les Ascomycètes endophytes se propagent par des spores, tandis que pour les *Uredo*, les *Ustilago*, etc., il insiste sur l'opinion susmentionnée. « Facile est (dit-il) empirice sequi originem... Uredinis, » *Æcidii*, etc..., e cellulis plantarum. » (*Syst. mycol.*, III, 457.) Plus tard c'est surtout Meyen et M. Unger (1) qui ont publié des observations qui devaient, suivant eux, donner la preuve directe que les endophytes sont les produits pathologiques des plantes qui les portent.

Des recherches ultérieures qu'on doit à Corda (2), à MM. Léveillé, Tulasne, J. Kühn (3) et moi, ont démontré suffisamment l'inexactitude des observations sur lesquelles les partisans de M. Unger ont appuyé leurs opinions. Néanmoins M. Unger y insiste, et, dans un ouvrage récent (4), il donne l'histoire du développement intracellulaire des filaments de l'*Ustilago Maidis* comme nouvelle preuve de sa théorie. Parmi les auteurs modernes qui semblent partager ses vues, il faut surtout noter M. Nægeli (5).

(1) Unger, *Die Exantheme der Pflanzen*. Wien, 1833. — Id., *Pflanzenpathologie* (1841), p. 98, 454. — Wiegmann, *Archiv für Naturgesch.*, 1837, p. 449. — Unger, *Beiträge zur vergl. Pathologie*. Wien, 1840.

(2) Corda, *Icones Fungorum*, t. III, tab. 3, fig. 45.

(3) J. Kühn, *Die Krankheiten der Culturgewächse*, 2^e édit. Berlin, 1859, in-8.

(4) *Anatomie und Physiologie d. Pflanz.*, p. 429.

(5) Voy. son ouvrage, *Die Stärkekörner*, p. 135.

Les endophytes étant incontestablement des Champignons, c'est donc, selon ces auteurs, par une sorte de génération spontanée, ou au moins d'hétérogénie, qu'ils sont produits.

Les prétendus faits cités à l'appui des opinions mentionnées sont : 1° le caractère non contagieux des maladies auxquelles la végétation des endophytes s'attache, et l'impossibilité de voir germer leurs spores ; 2° l'observation directe qui semblait démontrer la naissance des endophytes dans les cellules de la plante malade ou dans des sucs sécrétés par elle.

Quant au premier de ces arguments, il doit paraître très-contesté par des expériences qui, à une époque même où elles ne pouvaient pas être appuyées par des recherches microscopiques concluantes, ont mis hors de doute la contagiosité de la carie et du charbon des Blés, et qui avaient du moins rendu très-probable la contagion de la rouille et des maladies semblables. D'ailleurs le travail éminent de B. Prévost, qui date de l'an 1807 (4), a démontré la germination des spores d'un nombre assez considérable d'endophytes.

Quant au second de ces arguments, il a été démontré par les auteurs modernes mentionnés ci-dessus, que les cellules altérées, et les prétendus sucs sécrétés dans les tissus malades qui se transforment en endophytes, ne sont autre chose que les organes de végétation parfaitement développés des Champignons en question, dont on avait méconnu l'organisation.

Tout cela parle en faveur d'une autre manière de voir qui date du temps de Bulliard, et qui a été professée par B. Prévost, sir J. Banks, de Candolle, Link, et plus récemment encore par MM. Lévillé, Tulasne, Kühn, etc. Ces auteurs voient dans les endophytes des parasites proprement dits, c'est-à-dire des végétaux qui se propagent par des séminules ou des spores, dont les germes pénètrent dans les plantes, y développent les organes de végétation (le *mycélium*) du parasite, et qui, en croissant, se nourrissent des tissus normaux et y causent à leur tour des dégénéralions et

(4) B. Prévost, *Mémoire sur la cause immédiate de la carie, ou charbon des blés*, Montauban, 1807.

des maladies plus ou moins redoutables. Cette opinion, il est vrai, se fondait d'abord sur des analogies. On connaissait, depuis Micheli, la propagation des Champignons non parasites par des séminules ; on avait reconnu la ressemblance qu'il y a entre ceux-ci et les sporules produites par les endophytes, et l'on conclut par ces faits que tous les deux, les endophytes et les Champignons non parasites, devaient avoir un développement analogue. B. Prévost, dans le mémoire cité ci-dessus, a donné le premier des preuves directes et à peu près concluantes de cette opinion. Cependant il faut avouer que les faits constatés par cet habile observateur étaient à peine intelligibles pour ses contemporains. Ce n'est qu'à une époque très-récente qu'ils ont été confirmés et expliqués par divers auteurs, parmi lesquels je citerai M. Lévillé, qui constata chez les Urédinées et les Ustilaginées la présence d'un mycélium d'une structure semblable à celle des autres Champignons. Je nommerai cependant avant tous le réformateur de la mycétologie entière, M. Tulasne, dont les observations nombreuses, qui répandent un jour nouveau et inattendu sur la propagation des endophytes, devront être maintes fois citées dans le cours de ce mémoire.

Les travaux de ces botanistes et de quelques autres firent connaître la fructification des endophytes les plus douteux, ainsi que les états qui la précèdent immédiatement ; puis ils s'occupèrent du premier développement des germes. Le développement que ceux-ci prennent pour engendrer le nouveau corps fertile n'a pas été observé, et il n'y a que des hypothèses sur ce sujet. De Candolle, sir J. Banks, Link, prenaient les granules contenus dans les cellules qu'on appelle aujourd'hui spores pour les vrais organes reproducteurs, et croyaient qu'ils sortent par une rupture de la spore pour entrer dans les stomates (Banks), ou dans les spongioles (de Candolle), et pour être conduits par la sève ascendante sur les points favorables au développement du parasite. B. Prévost, ayant découvert les tubes filiformes poussés par les spores germinantes, croit que, en ce qui concerne du moins le Champignon de la carie des Blés, les filaments nés des spores s'introduisent dans la plante du Blé quand elle est encore très-jeune, et que, cachés dans les tissus, ils ne cessent plus de croître avec elle,

pour fructifier dans les ovaires aussitôt que ceux-ci seront formés. D'ailleurs il n'est pas éloigné de croire que les molécules très-fines qui survivent à la destruction des filaments issus des spores, ne puissent être absorbées par le Blé, et propager dans ses tissus le Champignon qui les a produites, comme l'eût pu faire une spore entière.

Plus tard, quand la ressemblance qu'il y a entre les tubes du mycélium et les germes poussés par les spores fut connue, on devait revenir à la première opinion de B. Prévost, et admettre que les filaments-germes entrent dans les plantes pour s'y répandre et pour fructifier dans des points d'élection. L'entrée des germes aurait lieu, soit par les racines, comme le pensent MM. Fée et Léveillé, soit, selon Corda et M. Bonorden, par les stomates, soit par un point quelconque de la plante, ainsi que l'ont pensé MM. Tulasne, en s'appuyant sur le fait qu'on trouve fréquemment des filaments de Champignons qui perforent les parois des cellules végétales.

Parmi les auteurs mentionnés, Corda est le seul qui ait apporté à l'appui de son opinion une observation directe, laquelle cependant, comme l'ont fait remarquer MM. Tulasne, paraît aujourd'hui très-douteuse. Les observations incontestables sur la pénétration des endophytes dans les plantes qui les nourrissent commencèrent en 1854, et furent faites d'abord sur les petits parasites des genres *Chytridium* et *Pythium*, qui vivent dans les cellules végétales submergées par l'eau, notamment dans les Conferves, les Desmidiées, etc. MM. Cohn, A. Braun, Kloss, Cienkowski, Schenk (1), virent les spores agiles de ces petites plantes se fixer sur la paroi des cellules hospitalières, la perforer en donnant nais-

(1) Voy. sur ce sujet: Cohn, *Untersuchungen über d. Entwickl. der mikrosk. Algen und Pilze*. Breslau und Bonn., 1854 (Nov. Act. Acad. Car. Leopold. naturæ curios., seorsum impr.). — A. Braun, *Ueber Chytridium* (Monatsber. d. Berlin. Acad. d. Wiss., Jun. 1855; Abhandl. d. Berl. Acad., 1855). — Kloss, *Ueber Parasitismus* (Frankf. Museum, 1856, n° 28). — Cienkowski, *Rhizidium Confervie glomeratæ* (Botan. Zeitung, 1857, p. 233). — Schenk, *Algologische Mittheilungen* (Verhandl. der Physical.-Medicin. Ges. Würzburg, t. VIII, p. 235; *ibid.*, t. IX).

sance à un filament-germe, dont l'extrémité, engagée dans la cavité de la cellule, s'accroît pour former le mycélium ou le sporange du parasite. Ces faits, tout en appuyant en quelque manière les opinions indiquées, et surtout celle de MM. Tulasne, ne peuvent pas cependant être immédiatement appliqués à l'explication des phénomènes observés sur des plantes terrestres, vu qu'il s'agit pour celles-ci de parasites et de conditions de végétation très-différentes.

Les premières observations écrites sur les parasites des plantes terrestres sont dues à M. Kühn (1). Cet habile observateur confirma ce que B. Prévost avait dit cinquante ans avant lui sur le Champignon de la carie du Blé ; mais les instruments perfectionnés dont il disposait lui permirent de voir directement les germes du parasite pénétrer dans le collet de la jeune plante, et les filaments du mycélium y monter au travers des cellules du parenchyme. D'ailleurs M. Kühn vit entrer les germes de son *Sporidesmium exitiosum* (*Polydesmus exitiosus* Mœnch) dans les stomates du Colza, pour s'y répandre dans les cellules mêmes et dans les méats intercellulaires du parenchyme. Quant aux Urédinées, il partage les idées de Corda, de M. Bonorden, etc., sans en apporter les preuves. Plus tard, dans un travail sur la maladie des Pommes de terre (2), j'ai moi-même ajouté à ces observations des faits positifs sur la pénétration du *Peronospora infestans* Mont. dans le tissu de la plante nourrice.

Toutes ces observations parlent sans doute en faveur des partisans de la doctrine professée par B. Prévost, MM. Léveillé et Tulasne. Cependant ce ne sont que des faits isolés qu'elles constatent. Elles ne réfutent donc pas des objections pareilles à celles que M. Nægeli a faites à propos de la question des générations spontanées, en disant que les preuves d'une propagation par des spores, dans un cas ou dans l'autre, n'excluent pas l'existence d'une génération spontanée ou hétérogène. On revient donc aux paroles de Link : « *Seminum ope hæc vegetabilia propagari vix dubitaverim..... an vero absque semine certo plantæ aeris, soli, condi-*

(1) Voy. l'ouvrage cité sur les maladies des plantes cultivées.

(2) *Die gegenwärtige Kartoffelkrankheit*, Leipzig, 1864.

» tione primo evolutæ, generatione quadam æquivoca pronasci
» possint, aliis inquirendum relinquo, equidem non repugna-
» verim. »

Il y a en vérité des objections importantes fondées sur des faits incontestables et qui semblent être en contradiction avec l'opinion indiquée, tandis qu'elles semblent parler en faveur des théories de M. Fries et de ses partisans. Comment, par exemple, si une contagion a lieu par les spores, se peut-il faire qu'un pied de *Capsella* soit entièrement couvert de la rouille blanche sans infecter les congénères qui le touchent? Ce cas, et une centaine d'autres semblables, ne prouvent-ils pas que c'est la constitution de la plante même qui détermine l'apparition de l'endophyte, et que ce ne sont pas les semences de ce dernier? On pourrait répondre à toutes ces observations, que de nos jours la théorie des générations spontanées a été battue en brèche par les expériences concluantes que l'on doit à M. Pasteur. Cependant il faut avouer que les résultats obtenus par cet ingénieux expérimentateur ne peuvent pas absolument écarter une hypothèse qui se rapporte à des parasites; car les expériences de M. Pasteur n'ont été faites que sur des corps organiques morts et sur les organismes qui les occupent. Il faudra donc admettre l'objection que les résultats obtenus sur ces corps ne s'appliquent pas immédiatement à ce qui se passe dans un organisme vivant, et que les conditions qui se trouvent dans celui-ci, étant très-différentes sans doute de celles qui existent dans des infusions, pourront bien déterminer une hétérogénie, tandis qu'il n'y en a jamais dans un corps privé de vie.

On ne saurait pas, dans l'état actuel de la science, repousser de telles objections du point de vue théorique; car les conditions qui déterminent les phénomènes de vitalité nous sont trop peu connues. Mais pourra-t-on parvenir à des résultats concluants par la voie expérimentale? Je crois que oui. Il s'agit aujourd'hui pour les endophytes de résoudre les questions suivantes :

Peut-on constater que, dans une plante malade, le mycélium d'un endophyte naît de la substance malade même, et non pas d'un germe provenant d'un endophyte de la même espèce? Ou les faits directement observés expliquent-ils l'apparition d'un endophyte

quelconque par le développement de ses germes pénétrés dans la plante qui le porte ?

Voici l'exposition détaillée des recherches que j'ai entreprises pour répondre à ces questions.

II

CYSTOPUS Lév.

(Pl. 1, 2 et 3.)

La rouille blanche des Crucifères se manifeste par des taches et des pustules blanches qui apparaissent sur tous les organes de ces plantes, les graines et les racines exceptées. On les trouve le plus souvent sur la face inférieure des feuilles de quelques espèces, surtout le *Capsella Bursa pastoris* et le *Lepidium sativum*, dans la partie supérieure de la tige, les pédicelles et les péricarpes. Ces organes sont souvent plus ou moins déformés, gonflés et courbés ; les fruits rouillés peuvent être trois fois plus grands qu'à l'état normal. Ces phénomènes s'accompagnent de la présence du *Cystopus candidus* Lév. (*Uredo candida* Pers.), champignon parasite dont la description la plus récente et la plus complète est due à M. Tulasne (*Second Mémoire sur les Mucédinées*, l. c.).

Le mycélium de ce Champignon se trouve abondamment dans les organes rouillés ; souvent, quand la présence du parasite se trahit par des déformations ou des renflements, on peut l'y trouver longtemps avant l'apparition des taches blanches ; le plus souvent même il se répand dans la plante entière, et on le rencontre dans des régions non-seulement très-éloignées des taches ou des déformations, mais qui sont en apparence parfaitement saines et intactes. Le mycélium est formé par des tubes ou des filaments non cloisonnés, très-rameux, inégaux en diamètre, à parois généralement très-épaisses et gélatineuses, contenant du protoplasma incolore et presque homogène. Plus rarement, les parois des tubes sont formées par une membrane mince ; toujours elles sont faites de cellulose qui, avec l'iode et l'acide sulfurique, prend une couleur bleue très-foncée. Ces filaments rampent exclusive

ment dans les canaux intercellulaires du parenchyme ; ils sont munis de nombreux organes appendiculaires formés par des tubes filiformes très-étroits, dont la cavité communique avec celle des filaments qui perforent les parois des cellules du parenchyme, et dont les extrémités contenues dans celles-ci sont renflées en forme de vésicules globulaires (1). La longueur de ces appendices ne dépasse pas le diamètre du filament qui les porte ; ils sont d'abord remplis de protoplasma ; plus tard ils ne contiennent qu'un liquide aqueux, et la membrane des vésicules intracellulaires devient assez épaisse et brillante, ce qui, à un examen rapide, les fait facilement confondre avec des granules d'amidon. Ces organes, qui ont échappé jusqu'ici aux observations, ne manquent jamais au mycélium du *Cystopus*, et souvent ils sont extrêmement nombreux ; ils servent sans doute à fixer le mycélium aux cellules qui doivent lui fournir la nourriture, et l'on peut en quelque sorte les comparer aux appendices qui fixent à la plante hospitalière les parasites phanérogames, tels que les *Cuscuta*, les *Thesium*, etc. ; ils pourront donc porter, comme ceux-là, le nom de *suçoirs*. C'est par cette structure, assez compliquée et très-caractéristique, que l'on peut facilement découvrir la présence du mycélium partout où se montre une trace du parasite. Toujours on trouve le mycélium très-bien développé, et l'on peut aisément se convaincre que de nouveaux éléments n'en naissent que par l'accroissement et la ramification des tubes adultes contenus dans les interstices du parenchyme.

Les taches blanches contiennent la fructification du *Cystopus*, connue par les descriptions de MM. Berkeley, Tulasne, etc. Des rameaux du mycélium, accumulés sous l'épiderme de la plante hospitalière, poussent des faisceaux de tubes claviformes dirigés perpendiculairement vers l'épiderme, et formant ensemble une touffe ou un coussinet d'une étendue variable. Chacun des tubes claviformes engendre à son sommet des cellules reproductrices, que l'on peut désigner du nom de *conidies* ou de *sporangies* (2).

(1) Pl. 4, fig. 40 et 44.

(2) Pl. 4, fig. 4.

La conidie naissante, pour me servir des expressions de M. Tulasne, n'est pas autre chose que le sommet très-obscur de la cellule génératrice, lequel, par une cloison, se sépare de la partie inférieure, et s'en détache peu à peu en prenant une forme globuleuse pour être aussitôt remplacé par un autre corps semblable à lui, et qui éprouve le même sort. Les conidies ainsi successivement formées demeurent quelque temps unies entre elles par des isthmes plus courts qu'elles-mêmes, et dont l'épaisseur s'amointrit sans cesse de bas en haut du chapelet reproducteur jusqu'à s'annihiler tout à fait, et permettre la séparation et la dispersion des conidies. Celle-ci se fait à travers une fente irrégulière de l'épiderme hospitalier, produite par la pression des chapelets qui s'allongent. Dans le *Cystopus candidus*, toutes les conidies sont égales entre elles.

L'endophyte dont nous parlons possède une seconde sorte d'organes reproducteurs qui paraissent avoir échappé jusqu'ici aux mycétologues, parce qu'ils restent cachés dans le parenchyme qui les nourrit, et ne se trahissent à l'extérieur que par une coloration brunâtre des tissus qui les renferment. Ils naissent plus tard que les conidies, et ils ressemblent parfaitement aux fruits endothèques que M. Tulasne a découverts dans les *Peronospora* (1). De même que ces fruits, ils doivent leur origine à des organes sexuels qui, selon la terminologie proposée par M. Pringsheim pour les organes analogues des Algues, doivent porter le nom d'oogones et d'anthéridies (2). La formation des oogones, ou organes femelles, commence par des renflements terminaux ou interstitiels des tubes du mycélium, qui s'accroissent pour prendre la forme de grosses cellules sphéroïdales ou obovales (3), et qui, par des cloisons, se séparent du tube qui les porte. Leur membrane, assez épaisse, renferme du protoplasma opaque, grenu, mêlé de nombreux granules volumineux de matière grasse incolore.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XXXVIII, 26 juin 1854.

(2) Pringsheim, *Jahrb. für wiss. Botanik*, 1, 4, et *Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. XI (1859).

(3) Pl. 4, fig. 42, 43

Des rameaux du mycélium qui ne portent pas d'oogones appliquent leur extrémité obtuse contre les oogones naissants; cette extrémité se renfle et, par une cloison transversale, se sépare du tube supporteur. C'est l'anthéridie, l'organe mâle, qui s'est formée par ce procédé; elle prend la forme d'une cellule obliquement claviforme ou obovale, qui est toujours beaucoup plus petite que l'oogone, et collée contre la paroi de celui-ci, dans une aire assez large, plane ou concave (1). La membrane peu épaisse de l'anthéridie renferme du protoplasma finement granuleux. Il est rare que plus d'une anthéridie s'applique à un oogone.

Les deux organes ayant achevé ensemble leur accroissement, les gros granules contenus dans l'oogone s'accumulent à son centre pour s'y grouper sous forme d'un globule irrégulier dépourvu de membrane propre, et entouré d'une couche épaisse de protoplasma presque homogène. Ce globule est la *gonosphérie* (*Befruchtungskugel*, selon M. Pringsheim), qui, par suite de la fécondation, doit devenir le corps reproducteur, l'œuf fécondé ou l'*oospore*. La gonosphérie étant formée, l'anthéridie pousse, du milieu de sa face serrée contre l'oogone, un tube étroit et dressé qui perfore la paroi de la cellule femelle, et, traversant le protoplasma périphérique, se dirige vers la gonosphérie. Aussitôt qu'il la touche, il cesse de s'allonger, tandis que la gonosphérie se revêt d'une membrane de cellulose, et prend une forme régulièrement sphéroïde.

Vu la grande ressemblance des organes qui viennent d'être décrits avec les organes sexuels des Saprolegniées (2) qui s'attachent intimement aux Algues, et dont la sexualité est prouvée par l'expérience, on ne peut pas douter que les phénomènes signalés ne représentent un acte de fécondation, et que le tube poussé par l'anthéridie ne doive être regardé comme *tube fécondateur*. Il est remarquable que, chez ces Champignons, le tube poussé par l'an-

(1) Voy. pl. 2, fig. 4-3, et pl. 8, fig. 8-17. Les figures de la planche 8 représentent les organes sexuels du *Peronospora Alsinearum* Casp., dont le développement est parfaitement analogue à celui du *Cystopus*.

(2) Pringsheim, *Jahrb. für wiss. Botanik*, I, 284, et II, 205.

théridie opère la fécondation par le seul contact. Jamais son extrémité ne s'ouvre, jamais on n'y trouve des anthérozoïdes ; tout au contraire l'anthéridie conserve, jusqu'à la maturation de l'oospore, l'aspect qu'elle présentait au moment de la fécondation.

La membrane primitive de l'oospore, d'abord très-ténue, acquiert bientôt une épaisseur plus considérable, et s'entoure d'une couche externe (*épispore*) qui est formée aux dépens du protoplasma périphérique. Celui-ci disparaît à mesure que l'épispore atteint sa perfection, et finalement il n'en reste qu'une quantité de granules suspendus dans un liquide aqueux et transparent. A l'époque de la maturité, l'épispore est une membrane peu épaisse, mais très-résistante, colorée en brun jaunâtre et finement ponctuée. La surface en est presque toujours munie de verrues brunâtres, grosses et obtuses, tantôt isolées, tantôt confluentes entre elles, pour former des crêtes irrégulières. Les verrues sont composées de cellulose, que les réactifs connus colorent en bleu foncé, tandis que la membrane qui les porte conserve sa couleur primitive. L'une des verrues, plus grande que les autres et reconnaissable à sa forme cylindroïde, constitue toujours une sorte de gaine épaisse autour du tube fécondateur. L'*endospore* mûre est une membrane épaisse, lisse et incolore, composée de cellulose ; elle contient une couche de protoplasma finement grenue, qui entoure une grande vacuole centrale (1). La description plus détaillée de la structure intime de l'oospore et du développement de ses membranes nous éloignerait trop du but de ce mémoire ; je les omets donc pour passer aux phénomènes de germination des deux sortes d'organes reproducteurs.

Les *conidies-sporanges* engendrent des *zoospores*, fait décrit par B. Prévost en 1807, et retrouvé récemment par moi-même, qui en ai donné une exposition détaillée, reproduite dans les *Annales des sciences naturelles* (4^e série, tome XIII). Quand on les sème dans une goutte d'eau, en ayant soin qu'ils soient entièrement mouillés, les sporanges absorbent rapidement de l'eau et se gonflent ; bientôt le centre de l'une de leurs extrémités devient une

(1) Voy. pl. 2, fig. 3 à 6.

papille large et obtuse qui figure le col du flacon, auquel B. Prévost compare le sporange (1). Celui-ci est rempli d'un protoplasma finement grenu, dans lequel on voit se former des vacuoles, pendant que le conceptacle subit dans sa forme générale les modifications mentionnées tout à l'heure. Plus tard, ces vacuoles disparaissent ordinairement; des lignes très-fines de démarcation partagent au même moment tout le protoplasma en cinq à huit portions polyédriques, qui présentent chacune dans leur centre une petite vacuole faiblement teintée. Ces parties plastiques sont autant de *zoospores*. Quelques minutes après la partition, on voit la papille du sporange se renfler, s'ouvrir, et en même temps les zoospores poussées en dehors de l'ouverture une à une, sans qu'elles donnent le moindre signe de mouvement propre; elles prennent une forme lenticulaire, et se groupent devant l'ouverture du sporange sous forme d'une masse globuleuse. Bientôt elles commencent à se mouvoir; des cils vibratiles se montrent, et, grâce à ces appendices, le globule entier se meut d'un mouvement oscillatoire, en même temps que les zoospores se déplacent incessamment. A la fin, chaque zoospore s'isole de ses voisines pour nager librement dans le liquide ambiant.

Les zoospores libres (2) affectent la forme d'une lentille épaisse, plane-convexe ou faiblement concave-convexe, et dont les bords sont obtus. C'est sous la face qui est plane ou concave que se trouve immédiatement élevée une vacuole disciforme; celle-ci est toujours excentrique, et rapprochée de ce point marginal qui, pendant le mouvement de la spore, est tourné en avant. Au bord de la vacuole sont attachés deux cils: l'un plus court, et dirigé en avant pendant la marche de la zoospore; l'autre plus long, diamétralement opposé au premier, et qui semble traîner après le corpuscule quand celui-ci se déplace. Le mouvement de ces zoospores est tout à fait celui de la plupart des zoospores des Algues.

La génération des zoospores commence ordinairement d'une

(1) Voy. pl. 1, fig. 2.

(2) Voy. pl. 1, fig. 3.

heure et demie à trois heures après l'ensemencement des conidies dans l'eau ; elle ne manque presque jamais, si l'on a des sporanges récemment formés, et j'ai même observé qu'elle avait lieu très-promptement dans des échantillons qui avaient été conservés dans une chambre pendant un mois et demi. Conservés plus longtemps, ils perdent, selon mes observations, la faculté d'engendrer des zoospores, et de subir aucune autre forme de germination.

Il est facile de constater que tout ce qui vient d'être dit des sporanges et des zoospores est, en effet, conforme à leur développement spontané et naturel. Si, après une pluie ou après une rosée, on examine au microscope les gouttes d'eau qui entourent les pustules conidifères du *Cystopus*, on y trouvera généralement des sporanges vides et des spores à divers degrés de développement. L'action de l'eau paraît être la seule condition essentielle pour la génération des zoospores ; la température y a peu d'importance, attendu que je l'ai observée à $+ 25$ degrés centigr., et dans des gouttes de rosée recueillies sur des feuilles de *Barbarea* dont la température n'était que de $+ 5$ degrés. Jamais, aussi peu que M. Tulasne, je n'ai observé ni la formation des zoospores, ni aucune germination des sporanges, quand ceux-ci n'étaient pas plongés dans l'eau.

Les oospores n'éprouvent de changement appréciable qu'après un repos de plusieurs mois. Celles que j'avais recueillies à la fin de juin n'ont montré leur développement ultérieur qu'au commencement de décembre ; pendant les mois suivants d'hiver et de printemps, il était facile de répéter les premières observations. Pour obtenir les conditions les plus favorables à l'examen, il est utile de se servir du procédé suivant : On conserve à l'état sec les parties qui renferment les oospores mûres. Quand on veut faire l'observation, on les plonge dans l'eau pendant un ou deux jours, puis on les place sur un sol humide (je me suis servi de terreau couvert d'un papier-filtre). Les tissus qui renferment les oospores s'y décomposent promptement, et, au bout de quatre à huit jours, on peut observer la germination aussitôt qu'on place les oospores dans une goutte d'eau pure. Il est évident que ces conditions sont conformes à celles auxquelles les oospores sont exposées à l'état

normal et spontané. Les parties qui les renferment tombent à terre, se décomposent sur le sol humide, et, le temps de repos écoulé, l'eau de pluie, de rosée, etc., fournit le milieu favorable à la germination. On obtient le même résultat quand les oospores ont été simplement plongées dans l'eau pendant quelque temps; mais alors l'observation rencontre plus de difficultés, parce que l'expérience est souvent troublée par l'apparition de Mucédinées, et surtout de *Chytridium* qui se nourrissent des oospores.

L'*oospore germante* devient un *grand zoosporange*. Quand, après le traitement indiqué, on la place dans une goutte d'eau, on voit l'épispore brune et la membrane incolore de l'organe qui l'entoure se rompre irrégulièrement sur un point quelconque, et l'endospore faire hernie à travers la fente en y poussant un tube court, épais et obtus (1). L'endospore renferme encore une couche épaisse de protoplasma, dans laquelle on voit plusieurs grandes vacuoles qui changent incessamment de forme et de volume. Bientôt cette fluctuation s'arrête, et en un instant le protoplasma entier est partagé en portions polyédriques tout à fait conformes aux zoospores naissantes dans les conidies-sporanges. Au bout de quelques minutes le tube, poussé par l'endospore, se renfle en manière de vésicule qui prend une forme sphérique et dont le diamètre dépasse bientôt celui de l'oospore; sa membrane s'atténue à mesure que son volume augmente. Dès que la formation de la vésicule a commencé, le protoplasma partagé s'y avance, sans cependant toucher la membrane de la vésicule. Quand celle-ci a achevé son extension, toutes les zoospores ont quitté l'oospore. Elles sont groupées dans la vésicule sous forme d'une masse globuleuse qui offre presque tous les phénomènes décrits plus haut à l'occasion des spores conidiogènes. Finalement, les spores s'isolent l'une de l'autre; pendant quelques minutes, elles fourmillent dans la vésicule; puis celle-ci est rompue et disparaît, et les zoospores se dispersent dans l'eau ambiante. Le nombre des zoospores ainsi produites par un oogone est très-considérable; il

(1) Voy. pl. 2, fig. 7 à 11.

est presque impossible de les compter, mais on peut facilement les évaluer à environ une centaine.

Les zoospores oogènes sont tout à fait semblables à celles qui naissent des conidies (1), et de nombreuses expériences m'ont appris que le sort qu'elles éprouvent, après avoir été mises en liberté, est le même chez les deux sortes. Leur mouvement dans l'eau dure ordinairement deux à trois heures. Alors il se ralentit, les cils disparaissent, la spore devient immobile, prend une forme globuleuse, et se recouvre d'une membrane de cellulose. Puis la spore émet d'un point quelconque de sa surface un tube mince, flexueux ou dressé, qui, sur le porte-objet, atteint une longueur de deux à dix fois le diamètre de la spore, et dont l'extrémité devient claviforme ou se renfle en manière d'utricule qui reçoit peu à peu le protoplasma entier (2). Souvent on voit périr les zoospores sur le porte-objet, avant de pousser des tubes.

Voilà ce qu'on observe directement dans le champ du microscope. Jamais un développement ultérieur des tubes-germes n'a lieu sur le porte-objet. Or, quel est le sort qu'éprouvent les spores et les germes dans l'état normal et spontané? Peuvent-ils pénétrer dans les plantes qui portent le *Cystopus* adulte, et quels sont les points des plantes par où la pénétration peut s'en faire?

Jamais on ne voit ni les spores ni les tubes-germes pénétrer dans les racines. J'ai fait de nombreuses expériences en plongeant les racines de jeunes plantes de *Lepidium sativum*, de *Capsella* et de *Sinapis alba* dans de l'eau qui contenait une grande quantité de zoospores. Quelques heures après l'immersion, de même qu'au bout d'un ou deux jours, la surface des racines portait toujours un grand nombre de spores germautes, surtout sur les points qui touchaient le niveau de l'eau. Les tubes-germes étaient dirigés dans tous les sens possibles; aucun d'eux n'offrait la moindre tendance à perforer l'épiderme ou la membrane des poils dont elle est munie. — J'arrosai à diverses reprises des jeunes plantes de Cresson germées dans des pots à fleurs, avec de l'eau chargée

(1) Voy. pl. 2, fig. 12.

(2) Voy. pl. 2, fig. 13.

d'une très-grande quantité de spores. J'eus soin que l'eau mouillât les racines sans toucher les tigelles, les cotylédons et les plumules, et je plaçai les pots pendant deux jours dans des cuves remplies d'eau pour maintenir le terreau très-humide. Ensuite les pots furent soumis à une culture ordinaire. Toutes les plantes restèrent saines, elles produisirent des fleurs et des fruits normaux sans offrir aucune trace de *Cystopus*.

Les tubes-germes n'entrent que dans les pores de l'épiderme. Quand on met sur la face d'une feuille ou d'une tige de Crucifère pourvues de stomates une goutte d'eau qui contient des zoospores, et qu'au bout de quelques heures on en examine l'épiderme détaché, on voit la plupart des zoospores, dont le mouvement a cessé, fixées sur les stomates. Si on leur a laissé le temps suffisant, elles auront poussé des germes à peu près conformes à ceux qu'on observe sur le porte-objet. Mais ceux-ci naissent toujours à la spore du côté qui regarde le pore, y entrent immédiatement, et plongent les extrémités renflées dans la cavité aérifère située sur le pore (1). Les spores se fixent toujours au bord extérieur des stomates, et ce n'est que le tube-germe qui y pénètre; jamais la spore elle-même n'y entre, quand même l'ouverture du pore serait assez large pour la laisser passer avec facilité (2). Le protoplasma entier de la spore recule très-promptement dans le renflement spiral du germe; la membrane primitive de la spore en est bientôt vidée; elle reste au point où la spore s'est fixée sous forme de vésicule très-délicate remplie d'un liquide aqueux, et qui bientôt échappe à l'observation. Se sert-on, pour l'expérience, des feuilles et des tiges des plantes qui portent ordinairement le *Cystopus* (*Capsella*, *Lepidium*, *Barbarea*), les germes y entrent promptement, prennent la forme qui vient d'être indiquée, mais jamais ils n'offrent aucun phénomène ultérieur de végétation. Si, plusieurs jours, ou même quelques semaines après l'ensemencement, on examine l'épiderme et le tissu sous-épidermique, on y trouve les germes d'apparence fraîche, mais sans

(1) Voy. pl. 4, fig. 4 à 7.

(2) Voy. pl. 4, fig. 7.

avoir changé l'aspect qu'ils offraient le premier jour. Les plantes ne peuvent-elles donc pas être infectées par les spores du parasite?

Ce sont *uniquement* les germes entrés par les stomates de *cotylédons*, dont l'accroissement produit le mycélium. Ils y entrent de la manière décrite ci-dessus ; bientôt leur renflement terminal s'allonge, se ramifie, et prend toutes les qualités du mycélium qui ont été indiquées plus haut (1). Ces premiers tubes du mycélium sont doués d'une faculté de croître et de se ramifier qui n'est limitée que par la vie de la plante hospitalière. Ils peuvent produire des conidies dans les cotylédons mêmes, monter dans la plante croissante, et en envahir tous les organes. Si la plante nourrie dure pendant l'hiver, ils durent avec elle pour reprendre leur végétation au printemps.

Je ne me hasarderai pas à donner une explication de ces faits singuliers, parce qu'on connaît trop peu la différence qu'il y a entre la composition des feuilles et celle des cotylédons foliacés des Crucifères. Je me bornerai à donner l'exposition détaillée d'une série d'expériences qui m'ont offert le résultat indiqué. Toutes les expériences ont été faites sur des plantes du *Lepidium sativum* provenant de graines de la même récolte. Celles-ci furent semées dans des pots à fleurs placés dans une chambre, et arrosés soigneusement, afin que rien ne fût touché par l'eau que le terreau.

Le 29 octobre, cinquante-six pieds du *Lepidium* viennent d'étaler leurs cotylédons.

a. On en arrache deux pour les plonger entièrement dans de l'eau qui contient un grand nombre de zoospores conidiogènes (provenant du *Cystopus* du *Capsella*).

b. Cinq pieds plantés à part reçoivent sur les cotylédons des gouttes d'eau chargées de zoospores.

c. Les quarante-cinq pieds restants sont soumis à une culture ordinaire sans ensemencement de *Cystopus*.

a. Les petites plantes tombent au fond du vase. Le 30 octobre, l'épiderme de trois d'entre elles est soumis à l'examen mi-

(1) Voy. pl. 4, fig. 8.

croscopique, qui démontre une très-grande quantité de germes pénétrés dans les stomates. Les trois autres sont plantées dans du terreau et continuent à y végéter. Le 2 novembre, les cotylédons d'une d'entre elles sont examinés : ils renferment de très-beaux tubes du mycélium ramifiés et provenant des germes entrés par les stomates (1). Le 17 novembre, les deux plantes restées ont courbé leurs cotylédons vers le sol ; ceux-ci sont d'un beau vert, mais, sur les deux faces, ils portent les pulviscules conidifères du *Cystopus*. Le 21 décembre, chacune des deux plantes étalait les deux premières feuilles, qui, dès leur apparition, offraient de nombreuses pustules conidifères du parasite. A la fin de décembre, les plantes périrent.

b. Parmi les cinq plantes, le n° 1 offre, le 17 novembre, les premières pustules de *Cystopus* sur les cotylédons. Le 20 novembre, les deux premières feuilles se développent, leurs pétioles et leurs limbes portent du *Cystopus* fructifiant.

N° 2. Dans les cotylédons, le parasite fructifie le 20 novembre. Une feuille est développée, elle ne montre pas de *Cystopus*.

N° 3. Le 20 novembre, les cotylédons n'offrent aucune trace du fruit du parasite ; mais celui-ci est très-bien développé sur la première feuille.

N° 4. Le 20 novembre, le fruit du *Cystopus* paraît sur l'un des cotylédons ; il manque sur les deux feuilles que la plante porte.

N° 5. Il paraît intact le 20 novembre. Le 28 novembre, les deux premières feuilles se développent, et l'une d'entre elles se couvre aussitôt de pustules blanches. Les cotylédons n'en offrent point.

Vers la fin de novembre, les cotylédons de toutes ces plantes se fanent, les plantes ne croissent que très-lentement, et en décembre quatre d'entre elles périssent. L'une dure pendant l'hiver (dans une chambre à peine chauffée), elle conserve ses deux premières feuilles sans en pousser de nouvelles. Au mois de mars, ces deux feuilles se fanent, tandis que la plante en pousse deux autres

(1) Voy. pl. 4, fig. 8.

qui deviennent très-grandes, d'une forme obovale, d'un vert très-foncé, et qui restent exemptes de *Cystopus*. La cinquième feuille apparaît à la fin de mars; elle est rabougrie, le pétiole gonflé, le fruit du *Cystopus* s'y montre le 4 avril. A cette époque, la tige commence à s'allonger; vers la fin de mai, elle est longue d'environ 15 centimètres. Elle est gonflée dans sa partie supérieure, et porte plusieurs feuilles qui, pour la plupart, sont rabougries; le sommet de la tige porte des boutons. La partie gonflée de la tige et les feuilles supérieures offrent de nombreux fruits du *Cystopus*, dont la quantité augmente jusqu'à la terminaison de l'expérience (27 mai).

c. Les quarante-cinq plantes placées dans le même endroit que *b* ont passé l'hiver sans croître. Au printemps, elles prennent un développement normal; le 4 et le 7 avril, elles sont fleuries. Aucune d'entre elles ne montre la moindre trace du parasite.

Une autre série d'expériences a été faite en 1862. Les graines de *Lepidium* ont été semées au mois de mars. La germination a été normale.

d. Soixante des jeunes plantes sont soumises à une culture ordinaire dans les pots à fleurs. Elles ne reçoivent pas de spores du parasite. Leur végétation est normale; vers le 19 juin, elles ont des fruits mûrs; le *Cystopus* ne s'y montre nulle part.

e. Une douzaine de jeunes plantes est mise dans des pots à fleurs, dont le terreau est arrosé, avec les précautions déjà décrites, par de l'eau chargée de zoospores oogènes. Les plantes se développent comme dans l'expérience *d*.

f. Le 20 mars, onze plantes reçoivent sur les cotylédons des gouttes d'eau chargée de spores oogènes. Le 2 avril, cinq d'entre elles ont de belles pustules de *Cystopus* sur les cotylédons; le 6 avril, deux autres plantes y montrent le parasite. Ces sept plantes prennent un développement normal. L'une d'entre elles a poussé, le 13 mai, cinq feuilles bien faites, dont chacune est recouverte de *Cystopus*; à cette date, la plante est arrachée pour être conservée. Dans les autres, le parasite n'a pas quitté les cotylédons; l'acerois-

sement, la floraison et la fructification se sont accomplis normalement et sans aucune apparition du parasite à la surface.

Les graines employées pour toutes ces expériences étaient très-bonnes, égales entre elles et d'une apparence parfaitement saine. J'ai déjà dit qu'elles provenaient toutes de la même récolte. On les sema toutes dans le même terreau, et, sauf l'ensemencement du parasite, les plantes qui en provenaient furent soumises à une culture tout à fait égale. Au moins cent cinq de ces plantes (*c, d, e*), qui n'avaient pas reçu de spores sur les cotylédons, ont végété normalement sans offrir aucun parasite. Parmi les dix-huit qui ont végété après avoir reçu des spores sur les cotylédons (*a, b, f*), quatre seulement (*f*) ont été épargnées par le parasite; quatorze ont porté des fruits. Dans six de ces cas, le parasite n'a pas quitté l'endroit de son premier développement; dans les autres, il a fait apparition sur les tiges et les feuilles, et, ces organes n'ayant jamais été arrosés directement, le mycélium n'y pouvait parvenir qu'en montant dans la tige croissante. Dans la seule plante infectée qui a duré pendant l'hiver, le mycélium a également duré pour recommencer à végéter en même temps que celle-là.

Les résultats de ces expériences et de l'examen microscopique prouvent, je crois, rigoureusement, que le parasite en question ne provient que de ses germes pénétrés dans les points de la plante saine favorables à leur développement. Il est facile de concevoir que les dégénération des plantes envahies sont produites par la végétation du parasite. Le premier développement de celui-ci, il est vrai, est difficile en quelque sorte, parce qu'il ne peut avoir lieu que dans les cotylédons. Cependant la fréquente apparition du *Cystopus* sur les Crucifères s'explique facilement par la quantité énorme de ses organes reproducteurs, dont un seul pied de *Capsella* ou de *Lepidium* porte aisément un million de sporanges et un très-grand nombre d'oospores.

Les expériences ayant démontré que le mycélium peut se confiner dans les cotylédons ou se répandre dans la plante entière, qu'il peut envahir tous les organes ou en épargner quelques-uns, qu'il peut continuer d'exister pendant l'hiver dans la plante nour-

rice, je crois que tous les phénomènes que le *Cystopus* et les plantes qu'il attaque peuvent offrir, s'expliquent avec facilité, sans qu'il soit nécessaire de donner l'exposition détaillée de tous les cas possibles.

Le *Cystopus candidus* habite un grand nombre de Crucifères, peut-être la plupart d'entre elles. Je l'ai observé sur le *Capsella Bursa pastoris* L., le *Lepidium sativum*, le *Neslia paniculata*, les *Camelina sativa* et *C. foetida* F., l'*Erysimum orientale*, des espèces de *Barbarea*, *Turritis*, *Arabis*, l'*Armoracia rusticana* et le *Raphanus sativus*. Mais il est évident que, parmi ces espèces, ainsi que parmi les parties d'une plante envahie, quelques-unes sont plus favorables au développement du parasite que les autres. Jamais, par exemple, je n'ai observé ses oospores dans le *Barbarea*, le *Raphanus*, l'*Erysimum*; ce n'est que très-rarement qu'on les observe dans des feuilles quelconques, tandis qu'elles se trouvent en abondance dans les tiges, les pédicelles et les péricarpes des *Neslia*, *Lepidium*, *Camelina*, *Capsella*.

J'ignore si le *Cystopus* qui envahit les *Capparidis* du midi de l'Europe est identique avec le *C. candidus*, parce que les échantillons desséchés que j'en ai examinés étaient dépourvus d'oospores.

Quant aux *Cystopus* qui, selon M. Berkeley (1), habitent les *Amarantacées*, les *Chénopodées*, les *Convolvulacées*, les *Malpighiacées* et les *Euphorbes*, je ne les ai jamais vus.

La rouille blanche des Pourpiers, des Cichoracées, des *Cirsium* et des Alsiniées est due à des espèces de *Cystopus* dont la végétation est tout à fait semblable à celle du *C. candidus*, mais qui sont très-bien caractérisées par la forme et la structure de leurs organes reproducteurs. Quant au *C. Lepigoni* Mont., qui habite le *Lepigonum medium* Wahl., je ne le connais qu'à l'état desséché.

Le *C. Portulacæ* Lév. (2) habite les Pourpiers cultivés et spontanés (*Port. oleracea* L. et *P. sativa* Haw.). Jamais je ne l'ai ren-

(1) *On the white Rust of Cabbages* (Journ. of the Horticult. Soc. London, III, 1848).

(2) Voy. pl. 3.

contré, pas plus que M. Tulasne, sur une autre plante. Dans le jardin où je l'observe en grande abondance depuis plusieurs années, jamais les pieds nombreux du *P. grandiflora*, ni même le *P. lanceolata* A. Gray, qui, quelquefois croissait pêle-mêle avec le *P. oleracea* rouillé, ne m'ont offert la moindre trace du parasite.

Le mycélium du *C. Portulacæ* ressemble tout à fait à celui du *C. candidus*. Il se répand et fructifie dans le parenchyme presque entier des plantes, les racines exceptées. Les touffes conidifères qui, dans les feuilles, occupent toujours la face supérieure, sont d'un jaune pâle. Elles ont la même structure que dans le *C. candidus*, et les conidies y sont engendrées de la même manière. La plupart des conidies d'un chapelet ont la forme cylindrique et les extrémités arrondies; elles sont presque incolores et d'une structure semblable à celle du *C. candidus* (1). D'ailleurs le *C. Portulacæ* possède une seconde sorte de conidies qui ont été découvertes par M. Tulasne (2). Elles se reconnaissent à leur forme sphéroïdale, à leur volume plus considérable et à leur teinte jaune-brun plus ou moins foncée. Ces corps, comme l'a déjà fait remarquer M. Tulasne, occupent toujours le sommet des chapelets fertiles, et, selon mes observations, ce n'est que l'article extrême de chaque chapelet qui prend les qualités indiquées. En examinant des échantillons assez jeunes, on a souvent occasion de voir des chapelets intacts, et dont le sommet touche l'épiderme, formés par quelques conidies cylindriques parfaites, mais terminés par un des corps sphéroïdaux en question.

La membrane de ces cellules est plus épaisse que dans les corps cylindriques; à leur base, elle fait ordinairement saillie dans l'intérieur sous forme d'ombilic.

Dans mes échantillons la surface des corps était toujours lisse; les trois sillons longitudinaux et équidistants que M. Tulasne a décrits, y manquaient. Les cellules que j'ai examinées contenaient une couche mince et irrégulière de protoplasma et du liquide

(1) Voy. pl. 3, fig. 4.

(2) Second Mémoire sur les Urédinées, p. 110, pl. 6, fig. 2.

aqueux. Quant à leur germination, je n'ai pas réussi à répéter les observations de M. Tulasne; de nombreuses tentatives ne m'ont jamais offert un résultat positif.

Les conidies cylindriques sont des sporanges tels que ceux du *C. candidus* (1). Les zoospores ne se distinguent de celles de cette espèce que par leur grandeur plus considérable. Elles offrent le même mode de germination et de pénétration dans la plante hospitalière (2), et le mycélium ne se développe que par l'accroissement des germes qui sont entrés dans les cotylédons. Ceux qui entrent dans les feuilles ne croissent pas plus que les germes du *C. candidus* placés dans des conditions semblables. Je les ai retrouvés, au bout de quinze jours, sous l'épiderme des feuilles ensemencées; ils ne changent pas la forme qu'ils offrent le premier jour, mais enfin leur renflement terminal prend une couleur brune, et communique cette teinte aux parois des cellules du diachyme qu'il touche.

Les organes sexuels du *C. Portulacæ* se produisent très-fréquemment dans les canaux intercellulaires du parenchyme qui porte les touffes conidifères. Souvent ce tissu prend, par suite de la présence des oospores qu'il renferme, une teinte noirâtre très-visible à l'œil nu. Le développement des organes sexuels est analogue à celui du *C. candidus*; la structure des oospores volumineuses est très-distincte (3). La germination n'en a pas été observée.

Le *Cystopus cubicus*, qui croît dans les Scorzonérées, et le *C. spinulosus*, qui habite les *Cirsium arvense* et *C. oleraceum*, ont une organisation essentiellement semblable à celle des deux espèces qui viennent d'être décrites; ils ont cependant des caractères spécifiques très-saillants. Dans le *C. cubicus*, les conidies terminales des chapelets ont une structure analogue à celle que ces organes offrent dans le *C. Portulacæ* (4). Les zoospores y ont été observées (5); la pénétration de leurs germes n'a pas été recher-

(1) Voy. pl. 3, fig. 2 à 7.

(2) Voy. pl. 3, fig. 8 à 11.

(3) Voy. pl. 3, fig. 12 à 15.

(4) Le *C. cubicus* est représenté à la pl. 2, fig. 14 à 21

(5) Voy. les *Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. XIII.

chée. Dans la production des oospores, le *C. cubicus* offre une particularité qui indique, d'une manière plus saillante que les faits observés sur le *C. candidus*, que, parmi les espèces hospitalières que le parasite choisit, il doit y en avoir quelques-unes qui sont peu favorables à son développement parfait. Quoique ce parasite soit très-fréquent sur les *Tragopogon* spontanés (*Trag. pratensis*, *orientalis*, *major*), et sur ceux qui sont cultivés chez nous (*Trag. porrifolius*, *coloratus*, etc.), et qu'il n'en épargne presque aucun organe, je n'ai jamais pu trouver ses oospores dans ces plantes; tandis que les organes sexuels accompagnent presque toujours les touffes conidifères, quand le parasite habite les feuilles de la Scorzonère cultivée (1).

(1) D'après les observations qui viennent d'être exposées, une courte diagnose du genre *Cystopus*, et de ses espèces que j'ai pu étudier jusqu'à présent, pourrait être donnée dans les termes suivants :

Cystopus Lév. Fungi endophyti, parasiti, hyphis *mycelii* ramosissimis tubulosis haustiorum vesiculæformium parvulorum ope in plantæ nutricis cellulis fixo. Conidia in mycelii ramis fasciculatis dense et late cæspitosis sub epidermide plantæ nutricis aggregatis nata, in monilia seriata, tandem decidua et, epidermide rupta, dispersa; aqua submersa zoosporas plerumque gignentia; aut omnia conformia, aut dissimilia: plurimis nempe membrana tenuiore præditis, protoplasmate fæctis zoosporas gignentibus (*zoosporangiis*), paucis contra, in quovis monili terminalibus, membrana crassiore munitis, germina linearia simplicia agentibus, frequentissime tamen omnino sterilibus. Oogonia in mycelii ramis intramatrixlibus nata, subglobosa, speciosa. Antheridiis clavæformibus vel oblique obovatis fœcundata zoosporas singulas gignentia. Oosporæ globosæ endosporio hyalino, episporio saturate fucato munitæ, zoosporas tandem gignentis.

1. *C. candidus* (Pers.) Lév. Conidiis conformibus, omnibus zoosporas gignentibus, subglobosis, membrana hyalina, ubique æquali munitis. Oosporis episporio fusco lutescente grosse et irregulariter verrucoso præditis. Habitat in partibus herbaceis Cruciferarum.

2. ? *C. Capparidis*. Conidiis conformibus subglobosis, membrana hyalina ubique æquali munitis. Oosporæ ignotæ. Capparidum Europam australiorem habitantium folia occupat. Vidi in *Capparidis rupestris* Sibth. foliis.

3. *C. Lepigeni* M. Conidiis omnibus conformibus, subglobosis, membrana ubique æquali hyalina munitis. Oosporis membrana saturate fusca tenuissime tuberculata præditis. Habitat in partibus omnibus herbaceis *Lepigoni medii* Wahl.

4. *C. Portulacæ* (DC.) Lév. Conidiis dissimilibus. Zoosporangiis obovato-

III

PERONOSPORA.

(Pl. 4, 5, 6, 7, 8 et 9.)

Les espèces nombreuses que l'on réunit aujourd'hui dans le genre *Peronospora* Cord. offrent tant d'affinités avec les *Cystopus*, que les deux genres devront constituer une petite famille très-naturelle. Les *Peronospora* ressemblent aux *Cystopus* par leur végétation endophyte, par la structure de leur mycélium, et surtout par leur appareil reproducteur.

1. Le mycélium consiste en des tubes très-rameux, cylindriques, variqueux, ou moulés conformément à la forme des canaux intercellulaires qu'ils remplissent. Dans quelques espèces (*P. macrocarpa* Cord., *P. Umbelliferarum*, *P. gangliiformis* Berk.), ils sont souvent rétrécis çà et là, surtout à la base des rameaux, et ces rétrécissements peuvent être assez profonds et assez nombreux pour donner au mycélium un aspect articulé. Parfois les rétrécissements vont jusqu'à annihiler la cavité des tubes. Cependant tous ces phénomènes ne sont pas constants dans la même espèce. Les tubes sont remplis de protoplasma et munis d'une membrane de cellulose incolore qui, à un âge avancé, peut être assez épaisse; jamais cependant elle n'atteint l'épaisseur et la consistance gélatineuse de la membrane des *Cystopus*. Dans

cylindricis membrana ubique æquali munitis. Oosporis maximis, episporio brunneo, laxo et eleganter reticulato. Habitat in *Portulacæ oleracæ* et *sativæ* foliis, caulibus, germinibus calycibusque.

5. *C. cubicus* (Strauss.) Lév. Conidiis dissimilibus. Zoosporangiis breviter subcylindricis, eorum membrana annulo transverso incrassato instructa. Oosporis fuscis, episporio tenuissime papilloso (Vid. tabulam nostram secundam, fig. 47). Habitat in partibus herbaceis specierum variarum *Tragopogonis* et *Podospermi*, *Scorzonere*, attamen in sola *Scorzonera hispanica* oosporas videre mihi contigit.

6. *C. spinulosus* M. Zoosporangiis subcylindricis, eorum membrana annulo transverso incrassato munita. Oosporis episporio præditis saturate fusco, spinulis acutis brevibus scabro. Habitat folia *Cirsii arvensis* et *Cirsii oleracei*.

des tubes jeunes elle est très-délicate, cependant elle est toujours très-visible au moyen d'un bon microscope. Le mycélium rampe dans les méats intercellulaires ou dans des cavités quelconques de la plante hospitalière.

Une partie plus ou moins étendue de la surface des tubes se serre contre les cellules de celle-là, et, chez la plupart des espèces, s'y fixe par des organes appendiculaires semblables ou du moins très-comparables aux suçoirs des *Cystopus*.

Dans le *P. Umbelliferarum* (1), ces organes sont très-nombréux. Ils ont la forme d'une vésicule sphérique ou obovale supportée par un pédoncule creux et étroit, et communiquant par celui-ci avec la cavité des tubes. La vésicule est renfermée dans l'intérieur des cellules; le pédoncule perfore les parois de celles-ci. La longueur du suçoir égale à peine le diamètre moyen du mycélium. La vésicule a d'abord la membrane mince, et elle est remplie de protoplasma homogène dans lequel est suspendu un granule assez volumineux que l'iode colore en jaune brun. Plus tard la membrane devient assez épaisse et le protoplasma est remplacé par un liquide aqueux, tandis que le granule se conserve ou disparaît également.

Les suçoirs du *P. macrocarpa* Cord. sont très-analogues à ceux du *P. Umbelliferarum*; il en est de même de ceux du *P. gangliiformis* Berk., lesquels cependant ont un volume plus considérable et sont beaucoup plus rares. Les suçoirs du *P. densa* Rab. (2) ont une structure semblable, mais ils sont claviformes, et souvent ils ne font que se mouler dans des dépressions profondes de la paroi des cellules sans les perforer; cependant on trouve des perforations complètes à côté de ces dépressions. Les *P. leptosperma* M. et *P. radii* M. possèdent des suçoirs vésiculaires essentiellement semblables à ceux qui viennent d'être décrits.

Dans le *P. parasitica* Tul., ces organes perforent la paroi des cellules hospitalières par une partie basilaire étroite, laquelle, à

(1) Voy. pl. 7, fig. 8.

(2) Voy. pl. 9, fig. 5.

l'intérieur des cellules, étend son extrémité en un utricule dichotomie ou, plus fréquemment, divisé en de nombreux rameaux fasciculés. Les rameaux sont claviformes, très-obtus; quant à leur membrane et leur contour, ils sont semblables aux tubes intercellulaires, et leur diamètre est égal ou supérieur à celui de ceux-là. Ces organes volumineux sont toujours très-fréquents et remplissent souvent la cavité entière des cellules hospitalières. Le mycélium du *P. parasitica* leur doit un aspect tout particulier. On sait que cette espèce est souvent associée au *Cystopus candidus*, et qu'elle doit son nom à son prétendu parasitisme sur lui. Par la structure du mycélium on peut facilement distinguer les deux Champignons, et l'on peut voir clairement que le *Peronospora* ne recherche que les cellules des Crucifères. Il n'est pas rare de le trouver tout à fait seul dans le *Capsella*, sans qu'il soit entremêlé d'aucun vestige de *Cystopus*.

Dans la plupart des *Peronospora* que j'ai examinés (*P. effusa* Desm., *Alsinearum* Casp., *Arenariæ* Berk., *obovata* Bon., *Lamii* A. Br., *Myosotis* M., *Valerianellæ* M., *calotheca* de Bary, etc.), les suçoirs ont la forme et la structure des rameaux ordinaires du mycélium, mais ils s'en distinguent par leur ténuité. Ils perforent les parois des cellules hospitalières et se divisent à l'intérieur de celles-ci en des rameaux contournés et entortillés. Le nombre et la grandeur de ces ramules varient selon l'espèce et selon l'individu. Je les ai trouvés le plus développés dans le *P. calotheca*, surtout quand celui-ci habitait les tiges de l'*Asperula odorata* (1). Les cellules du parenchyme de cette plante sont souvent tout à fait remplies de glomérules presque inextricables formés par les suçoirs très-ramifiés du parasite. Dans les autres espèces, ces organes sont beaucoup plus courts et n'occupent qu'une petite partie de la cavité des cellules hospitalières.

Le *P. infestans* Mont. est la seule espèce qui, selon nos observations, est le plus souvent dépourvue de suçoirs. Son mycélium ne fait que serrer sa membrane ténue contre les cellules du tissu qu'il habite. Du moins, il en est ainsi quand le parasite envahit les

(1) Voy. pl. 9, fig. 9 et 10.

feuilles. Dans le parenchyme compact des pétioles, des tiges et des tubercules de la Pomme de terre, on voit quelquefois des rameaux courts du mycélium déprimer les parois des cellules. Parfois ces rameaux sont assez nombreux, et l'on en trouve même qui perforent les membranes des cellules ; mais fréquemment on les cherche en vain.

2. Les *organes sexuels* des *Peronospora*, dont la découverte est due à M. Tulasne (*l. c.*), ne diffèrent de ceux des *Cystopus* que par des caractères spéciaux. Le développement des anthéridies, des oogones et des oospores est essentiellement le même dans les deux genres (1).

Selon M. Caspary (2), les *Peronospora* auraient un second fruit tout particulier, formé par des vésicules très-semblables aux oogones et, comme ceux-ci, contenues dans le tissu de la plante nourrice, mais qui seraient dépourvues de sexes et remplies d'un très-grand nombre de sporidies, petites, elliptiques ou cylindroïdes. M. Caspary appelle ces organes *sporidangia*. Je ne sache pas qu'ils aient été trouvés par aucun autre observateur, et moi-même je les ai cherchés en vain dans les espèces où M. Caspary les a signalés et dans beaucoup d'autres. M. Caspary, ignorant l'état jeune des oogones et n'ayant qu'une connaissance imparfaite du développement de ces organes, je soupçonne que ses sporidanges ne sont autre chose que des oogones qui n'ont pas encore formé la gonosphérie, et que les sporidies sont les granules volumineux contenus dans l'oogone jeune. Il me semble que cette opinion est appuyée par la description et les figures que M. Caspary a données lui-même de ses sporidanges, et je crois ainsi qu'on ne doit plus parler de ceux-ci comme d'organes *sui generis*.

3. Le fruit non sexué des *Peronospora*, connu depuis longtemps, consiste en des cellules qui, à l'état de maturité, sont analogues

(1) Au lieu de répéter ici la description de ces organes, je prie le lecteur de vouloir bien comparer les figures 8 à 13 de la planche 8, les figures 5 à 7 de la planche 9, la figure 9 de la planche 6, et la figure 15 de la planche 4, avec la description qui a été donnée pour les *Cystopus*.

(2) *Ueber zwei und dreierlei Früchte einiger Schimmelpilze* (*Monatsber. d. Berlin. Acad. d. Wiss.*, Mai 1855).

aux conidies de *Cystopus*, et qui, par conséquent, doivent porter le même nom qu'elles. Les organes qui engendrent les conidies offrent des caractères bien différents de ceux que l'on trouve dans les *Cystopus*, et c'est surtout sur cette différence que la distinction des deux genres doit être fondée. Les conidies naissent sur des filaments allongés et dressés qui prennent leur origine du mycélium rampant sous l'épiderme de la plante hôte. Ces filaments ou rameaux du mycélium sont tantôt isolés, tantôt, et le plus souvent, réunis au nombre de deux à six en petits faisceaux. Ils s'élèvent sur la surface de la plante hôte sans en soulever l'épiderme, le plus ordinairement au travers des stomates, plus rarement en perforant les parois des cellules épidermiques. Les filaments conidifères sont fistuleux; ce n'est qu'accidentellement qu'ils offrent des cloisons de nombre et de position très-variables; leur cavité est remplie de protoplasma incolore et leur partie supérieure se partage toujours en rameaux dont la disposition varie selon l'espèce (1). Ce n'est que dans la forme typique du *Peronospora infestans* Mont. que la partie supérieure du filament fertile porte deux à cinq branches du premier ordre, qui sont parfaitement simples ou quelquefois munies d'un ramule latéral. Dans les autres espèces, les rameaux du premier ordre, épars sur le tronc ou issus d'une bifurcation de celui-ci, offrent généralement des dichotomies répétées, et dont chacune détermine un plan contraire à celui de la bifurcation précédente. Dans le *P. leptosperma* M. on voit souvent des trichotomies au lieu de bifurcations.

La ramification du filament fertile étant achevée, chaque rameau du dernier ordre engendre une seule conidie. Son extrémité, d'abord atténuée et pointue, se renfle sous forme de vésicule globuleuse qui prend bientôt la figure elliptique ou ovale de la conidie parfaite, et se sépare par une cloison du tube qui le porte. Cette cloison est toujours située un peu au-dessous de la partie renflée; la conidie paraît donc munie d'une sorte de pédoncule très-ténu et ordinairement très-court. Le protoplasma du filament supporteur

(1) Voy. pl. 3, fig. 4, 2; pl. 7, fig. 4; pl. 9, fig. 4 à 3.

chemine dans les conidies naissantes, et est consommé presque entièrement pour leur formation. Enfin le tube supporteur n'est rempli que de liquide aqueux très-peu granuleux, et les conidies en détachent leur petit pédoncule et tombent.

Dans toutes les espèces les conidies mûres ont une structure semblable. Ce sont des cellules ovales ou elliptiques, remplies de protoplasma grenu et d'une membrane de cellulose peu épaisse qui, à la base, porte le pédoncule mentionné. Cependant il y a, selon l'espèce, des différences de structure qui, quelque insignifiantes qu'elles paraissent, indiquent la diversité bien importante qu'on observe dans la *germination* des conidies.

4. En décrivant la *germination*, on peut ainsi classer les espèces selon la structure de ces cellules reproductrices.

Dans la plupart des espèces (1), les conidies ont le sommet arrondi, parfaitement obtus, et l'épaisseur de leur paroi est partout égale. Il n'y a que peu de ces espèces, notamment le *P. parasitica* Tul. et le *P. leptosperma* M. dont les conidies soient tout à fait incolores. Dans la plupart la membrane est teintée d'un violet plus ou moins foncé. Je cite comme exemples les *P. effusa* Dum., *P. Ficarise* Tul., *P. Papaveris* Tul., *P. Dipsaci* Tul., *P. Veronicarum* M., *P. calotheca* de Bary, *P. Viciae* Berk., *P. Alsinearum* Casp., *P. obovata* Bonard, *P. Lamii* A. Br., *P. Radii* M., etc. Dans la dernière de ces espèces, l'extrémité des conidies est quelquefois pointue au lieu d'être arrondie. Toutes ces conidies ont la fonction de spores simples. Placée dans des conditions favorables, chacune d'elles pousse un tube-germe dont la formation ne diffère en aucun point essentiel de ce qu'on connaît des spores de la plupart des Champignons. Le tube peut provenir d'un point quelconque de la conidie; cependant, chez toutes les espèces, on le voit le plus ordinairement poussé du côté du corps reproducteur, et il est très-rare qu'il soit exactement terminal. La germination commence au bout de quelques heures quand on place les spores sur une goutte d'eau ou dans une atmosphère très-humide. Elle a lieu à toute heure du jour et dans toutes les tem-

(1) Voy. pl. 8, fig. 7; pl. 9, fig. 1, 4, 8.

pératures de la saison où les *Peronospora* végètent. Cultivés sur une lame de verre, les tubes s'allongent considérablement; ils restent ordinairement simples et prennent des formes un peu différentes selon les espèces, mais qui sont généralement tubéreuses, ondulées ou contournées en spirale lâche. La spore, en germant, se vide de son protoplasma qui recule vers l'extrémité du germe croissant.

Les conidies courtes et ovales du *P. glangliformis* Bk. sont munies d'une membrane incolore qui est un peu épaissie au sommet, et y fait saillie sous la forme d'une papille très-obtuse et très-aplatie (1). C'est cette papille qui, dans la germination, s'allonge constamment pour devenir le tube-germe. Celui-ci est conforme à ceux qu'on observe dans les espèces à conidies arrondies, et sa naissance a lieu sous les mêmes conditions qui déterminent la germination de celles-là.

Les conidies du *P. densa* Rab. (*Rhinanthorum*) et du *P. macrocarpa* Cord. (*Anemones*) (2), ont une structure à peu près semblable à celle qui vient d'être décrite; seulement leur papille terminale est un peu plus saillante; mais la germination en est bien différente. Quand on les a semées dans de l'eau, on voit, dans les cas les plus favorables, les changements suivants se produire au bout d'une à six heures (pl. 7, fig. 3, 4, 11, 12). Le protoplasma, d'abord uniformément distribué dans toute la conidie, paraît parsemé de vacuoles semi-lenticulaires presque équidistantes et dont la face plane est immédiatement appliquée à la périphérie du protoplasma. Ces vacuoles sont au nombre de seize à dix-huit dans le *P. macrocarpa*; dans le *P. densa* il y en a moins et elles sont moins visibles. Dans tous les deux elles rappellent les vacuoles décrites dans les zoospores de *Cystopus*, et, plus encore, celles qui, dans les sporanges des *Pythium*, paraissent quand la formation des zoospores commence (3). Mais, dans le cas qui nous occupe présentement, aucune formation de zoospores n'a lieu.

(1) Voy. pl. 8, fig. 4 à 4.

(2) Voy. pl. 7.

(3) Voy. Pringsheim, *Jahrb. für Wiss. Bot.*, II, 182.

Peu de temps après l'apparition des vacuoles, on voit la conidie entière s'étendre au point de faire disparaître la papille. Tout d'un coup celle-ci reparait, elle s'allonge, sa membrane atténuée s'évanouit et le protoplasma est expulsé par l'ouverture étroite qui reste à la place de la papille. Dans les cas normaux, le protoplasma demeure réuni en une seule masse qui offre des contours nets, mais très-déliés. Arrivée devant l'ouverture de la conidie ainsi vidée, cette masse reste immobile. Dans le *P. macrocarpa*, elle prend immédiatement une forme sphérique; dans le *P. densa*, elle a d'abord une forme très-irrégulière et se transforme peu à peu en un globule régulier. Celui-ci est, chez les deux espèces, dépourvu de membrane distincte; les vacuoles, qui avaient disparu pendant l'expulsion, deviennent de nouveau visibles. Bientôt elles s'évanouissent pour la seconde fois. Le globule s'entoure d'une membrane de cellulose, et ne tarde pas à pousser, du point opposé à l'ouverture de la conidie, un tube épais qui s'accroît à l'instar du tube-germe des conidies sans papille. Quelquefois l'expulsion du protoplasma n'est pas complètement achevée. Une portion en demeure engagée dans la membrane de la conidie, se détache de la masse sortie, et, tandis que celle-ci subit les changements normaux, prend la forme d'une vésicule qui se détruit avec la membrane. C'est par une anomalie très-rare que le protoplasma n'est pas évacué et que les conidies poussent des tubes terminaux ou latéraux de la manière qui est normale pour les conidies non papillées. La germination qui vient d'être décrite ne se produit que si les conidies sont entièrement entourées d'eau; il ne suffit pas qu'elles soient déposées sur la surface du liquide. D'ailleurs, il y a une autre condition qui, sans être indispensable, a du moins une influence bien sensible sur la germination du *P. macrocarpa*: c'est l'exclusion de la lumière. Dans de nombreuses expériences que j'ai faites sur les conidies mentionnées, je semais les spores dans des gouttes d'eau déposées sur des lames de verre; puis je plaçais celles-ci sous une cloche de verre, dans une atmosphère humide. L'ensemencement se faisait entre dix heures du matin et une heure de l'après-midi, dans une chambre qui ne recevait que la lumière diffuse, et à une température qui variait de 13° à 16°.

Dans quelques-unes de ces expériences, il est vrai, la germination s'est produite au bout de quelques heures; mais, dans la plupart, point de changement n'avait eu lieu jusqu'au soir; le lendemain matin la germination était achevée. Pour examiner si c'était l'influence de la lumière et de l'obscurité à laquelle ce résultat était dû, deux semis égaux furent placés l'un à côté de l'autre, l'un sous une cloche noircie, l'autre sous une cloche transparente. Répétée plusieurs fois à une température peu variée (13° à 16° c.), cette expérience donna toujours le même résultat: germination au bout de quatre à six heures chez les conidies sous la cloche noircie; chez les autres, point de changement jusqu'au soir, le lendemain matin germination achevée.

Les conidies du *P. Umbelliferarum* Casp. et des *P. infestans* Mntg. (1) offrirent une structure analogue à celle dont nous venons de parler, seulement elles ont, dans le *P. infestans*, une forme plus allongée. Ces corps, si leur développement est normal, deviennent des zoosporanges. Quand on les a semées dans l'eau, on voit, au bout de quelques heures, le protoplasma partagé par des lignes très-fines et chacune de ses parties munie d'une petite vacuole centrale; ensuite la papille de la conidie s'évanouit de la manière décrite pour le *P. macrocarpa*; à sa place se forme un pertuis arrondi par lequel les parties du protoplasma sont expulsées rapidement, l'une après l'autre. Chacune de celles-ci, devenue libre, prend aussitôt la forme d'une zoospore parfaite et commence à s'agiter; en peu d'instants le sporange est vidé et les spores disparaissent du champ du microscope. Les zoospores sont ovales ou semi-ovales. Leur structure imite celle des *Cystopus*; seulement, dans le *P. infestans*, les deux cils naissent en un même point des bords inférieurs de la vacuole. Leur nombre dans un sporange s'est trouvé de six à seize chez le *P. infestans*, de six à quatorze dans le *P. Umbelliferarum*. Vu la ressemblance de ces organes avec ceux des *Cystopus*, je m'abstiens de fatiguer le lecteur par une description détaillée, laquelle d'ailleurs se trouve

(1) Voy. pl. 4, pl. 5, fig. 3, 4; pl. 6, fig. 4; et *Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. XIII, pl. 43.

dans les *Annales des sciences naturelles* (l. c.). Le mouvement des zoospores s'arrête au bout de quinze à trente minutes. Devenue immobile, la spore prend une forme arrondie, se revêt d'une membrane de cellulose, et pousse un tube-germe ténu et courbé, rarement ramifié (1), et qui, sauf sa ténuité, ressemble à ceux qui ont été décrits pour les espèces mentionnées ci-dessus. Ce n'est que rarement que deux tubes naissent de la spore germante. Dans le *P. Umbelliferarum*, je n'ai jamais vu un autre développement que celui qui vient d'être décrit. Il se produit facilement si les conidies sont entièrement plongées dans l'eau, et paraît être peu influencé par la lumière et par les variations ordinaires de la température.

Quant aux zoospores du *P. infestans*, leur développement est du moins favorisé par l'exclusion de la lumière. Je ne l'ai jamais observé quand le semis recevait directement la lumière des rayons du soleil. Les semis étant faits sur une lame de verre blanc et recevant les rayons de la lumière diffuse que réfléchit le miroir du microscope, souvent la formation des spores n'avait pas lieu, cependant il y avait des cas où elle se produisait très-promptement. Placées dans un endroit modérément éclairé ou protégées par une cloche noircie, les conidies produisent très-facilement des zoospores.

Le vase qui contient l'eau dans laquelle les sporanges sont semés n'exerce aucune influence sur la production des zoospores. Les résultats opposés qu'on a obtenus (voy. le *Mémoire cité*, inséré dans les *Ann. des sc. nat.*, t. XIII, 4^e série) en semant les conidies sur les tubercules de la Pomme de terre, ne peuvent être qu'accidentels; j'y ai vu très-souvent la production normale des zoospores.

La seconde forme de germination des conidies, qui est mentionnée dans le mémoire cité tout à l'heure, peut être obtenue quelquefois quand on sème les conidies du *P. infestans* sur un corps humide ou à la surface d'une goutte d'eau. La conidie émet, de son sommet, un tube simple dont l'extrémité se rentle en forme

(1) Voy. pl. 4, fig. 7; pl. 6, fig. 3, 4.

de vésicule ovale, souvent asymétrique, en attirant peu à peu à elle tout le protoplasma contenu dans la conidie, puis elle s'isole du tube-germe par une cloison et prend tous les caractères essentiels de la conidie mère. Cette cellule secondaire peut parfois engendrer une cellule tertiaire par un procédé entièrement semblable à celui qui lui a donné naissance à elle-même. Ces productions secondaires et tertiaires jouent également le rôle de sporanges. Quand on les plonge dans l'eau, la production ordinaire des zoospores y a lieu.

Enfin, il y a un troisième mode de germination qu'offrent les conidies du *P. infestans*, et qui consiste en ce que la conidie émet de son sommet un tube-germe simple ou ramifié. Celui-ci s'accroît d'une manière semblable à celle qui a été décrite pour les espèces à conidies arrondies. Je ne peux pas indiquer les conditions qui déterminent cette germination, car elle se rencontre quelquefois sur des semis dans lesquels la plupart des conidies fournissent des zoospores. Cette circonstance, cependant, me paraît prouver que ce n'est qu'un état particulier et en quelque sorte anormal des conidies elles-mêmes qui couvre le phénomène en question.

Dans toutes les espèces de *Peronospora* que j'ai examinées, les conidies possèdent la faculté de germer dès le moment de leur maturation. Plus elles sont jeunes, plus elles germent promptement. Elles peuvent conserver la faculté de germer pendant quelques jours ou pendant quelques semaines, quand elles ne sont pas entièrement desséchées. J'ai vu des conidies du *P. infestans* produire des zoospores environ trois semaines après leur maturation; elles avaient été conservées sur les feuilles de la plante hospitalière qui ne se desséchaient que lentement. Le 22 juillet, à une température atmosphérique d'environ 22°, je recueillis une grande quantité de conidies récemment mûries de la même espèce. Elles furent dispersées sur treize lames de verre. L'une de ces portions reçut aussitôt une goutte d'eau et produisit de nombreuses zoospores au bout de quelques heures; on doit donc admettre que les conduits étaient en bon état. Les douze portions restantes, abritées sous une cloche de verre, furent placées dans un endroit sec et qui ne

recevait pas les rayons du soleil. Dès le 28 juillet, on ne pouvait obtenir dans aucune de ces portions la moindre trace de germination, quand même on les plaçait sous les conditions les plus favorables. La dessiccation à une température peu élevée paraît donc suffire pour détruire la faculté de germer en vingt-quatre heures. Des expériences répétées ont toujours donné des résultats semblables. Jamais je n'ai vu les conidies d'aucune espèce conserver la faculté de germer pendant quelques mois, jamais elles ne peuvent donc conserver cette faculté durant l'hiver. Les conidies qui ont perdu la faculté de germer ont la membrane plissée, le protoplasma coagulé et souvent appliqué contre un des côtés de la membrane, sous forme de masses compactes. Placées sur l'eau, ces conidies ne reprennent plus leur forme primitive et sont détruites en peu de temps.

5. On voit par ce qui précède, que les organes reproducteurs de toutes les espèces doivent facilement rencontrer les conditions favorables à leur germination quand elles se trouvent en plein air. Les petites quantités d'eau dont ils ont besoin leur sont aisément fournies par la pluie et par la rosée, aussi peut-on facilement trouver les germes, quand, en temps humide, on examine la surface des plantes occupées par des *Peronospora*. Or, ces germes peuvent-ils pénétrer dans les plantes et peuvent-ils reproduire le parasite? L'observation ne permet aucun doute à ce sujet.

Parmi toutes les espèces que j'ai examinées, ce n'est que le *P. Umbelliferarum* qui entre dans la plante hospitalière d'une manière tout à fait particulière. Dans les autres espèces, les germes, quelle que soit leur origine, pénètrent de la même manière. Quand on les cultive sur une lame de verre, ils s'allongent considérablement, mais, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, leur accroissement s'arrête et bientôt on les voit périr. Quand, au contraire, les conidies sont semées sur une partie convenable de la plante hospitalière, les tubes-germes, après avoir atteint une longueur qui souvent ne dépasse pas le diamètre de la spore, tournent leur extrémité vers une cellule de l'épiderme et l'enfoncent dans la paroi de celle-ci. Bientôt la paroi est perforée, l'extrémité du tube engagée dans la cavité de la cellule augmente rapidement

de volume, reçoit en peu de temps tout le protoplasma de la spore et prend la forme d'un tube épais, ordinairement recourbé et renflé au point qui touche la paroi perforée (1). La membrane de la spore et la portion du tube-germe restée en dehors de l'épiderme disparaissent en peu de temps. La partie du germe contenue dans la paroi de la vésicule épidermique est toujours très-étroite; cependant elle est bien visible aussi longtemps qu'elle contient encore du protoplasma. Plus tard, le petit pertuis de la paroi semble se fermer. La partie du tube qui y est engagée se réduit à un filament très-ténu. C'est la seule trace de la perforation qui reste dans la paroi. On la retrouve aisément quand on a suivi l'acte de perforation; sans cela, il serait difficile de comprendre comment le gros tube rempli de protoplasma aurait pu entrer dans la cavité de la cellule, et l'on serait facilement conduit à l'hypothèse qu'il y a pris naissance. Le tube renfermé dans la cavité de la cellule épidermique ne tarde pas à s'accroître; souvent il pousse des rameaux dans la cavité de la cellule même; ensuite il perfore la paroi intérieure de celle-ci pour entrer ordinairement dans les méats intercellulaires du tissu sous-épidermique, et y former le mycélium (2). Ce n'est que rarement (*P. densa*, pl. 7, fig. 7), que j'ai vu des rameaux du tube primaire perforent les parois latérales de la cellule qui l'avait reçu la première, et entrer dans la cavité des cellules épidermiques voisines. Plus fréquemment, j'ai vu les germes du *P. infestans* perforent les cellules sous-épidermiques pour entrer dans les méats intercellulaires situés en dessous.

On voit par ce qui précède que la présence des stomates est indifférente pour l'entrée des tubes-germes. Dans la plupart des espèces, ceux-ci n'y entrent jamais; on les voit souvent ramper au travers des pores pour s'enfoncer dans une des cellules dont ceux-ci sont entourés. Cependant le *P. infestans* et le *P. parasitica* font exception à cette règle. Leurs germes perforent aisément l'épiderme, mais, s'ils rencontrent un pore, ils y entrent et

(1) Voy. pl. 6, fig. 5 à 7; pl. 8, fig. 7 et 18; pl. 8, fig. 5, 6; pl. 9, fig. 4.

(2) Voy. pl. 6, fig. 8.

s'accroissent normalement, tandis que la partie restée en dehors se vide et se détruit.

Le *P. Umbelliferarum* (1) imite en quelque sorte les *Cystopus*. Ses germes n'entrent que dans les stomates. Le zoospore devenant immobile se fixe sur un pore et y pousse un tube étroit qui, immédiatement en dedans du pore, se renfle sous forme de vésicule. Celle-ci s'allonge bientôt en un tube cylindrique qui s'applique contre la paroi interne d'une des cellules épidermiques voisines du stomate. Puis son extrémité atténuée, tournée vers cette cellule, s'y enfonce et prend la forme d'une vésicule arrondie et pédunculée. Celle-ci ne s'accroît plus, elle est le premier suçoir du mycélium naissant, et ne diffère des suçoirs qu'on trouve plus tard que par sa grandeur et par sa membrane plus délicate. Bientôt après la formation de cet organe, le tube situé sous l'épiderme émet des rameaux qui croissent dans les méats intercellulaires pour y prendre la forme du mycélium. Si les zoospores ne trouvent pas de stomates, jamais un développement normal n'a lieu.

Il est facile de se convaincre que, dans toutes les espèces, le mycélium, né des germes pénétrés, prend aussitôt tous les caractères qu'on y trouve à l'état adulte. D'ailleurs, quand on le cultive quelque temps, on le voit pousser des rameaux conidiophores identiques avec ceux auxquels il doit son origine. De telles cultures s'accomplissent si promptement, qu'on peut même les faire sur des feuilles coupées, conservées fraîches dans une atmosphère humide. Voici quelques détails sur des cultures de cette sorte.

P. Ficariæ. Des conidies sont semées, le 25 avril, sur deux feuilles coupées du *Ficaria ranunculoïdes*. Le 27 avril, une foule de germes ont pénétré par l'épiderme. Le 11 mai, les feuilles commencent à se flétrir; le mycélium est bien développé dans le parenchyme, mais sans avoir produit de fruits.

P. Umbelliferarum. Des conidies sont semées, le 13 mai, sur la base inférieure de feuilles coupées d'*Ægopodium Podagraria*. Le

(1) Voy. pl. 4, fig. 6 à 13.

17 mai, la pénétration des germes est entièrement accomplie et le mycélium commence à se ramifier. Le 27 mai, les points ensemencés sont devenus jaunâtres et portent de belles conidies.

Un autre semis semblable est fait le 19 mai. Le 23 mai, les germes sont entrés, le mycélium se développe. Le 27 mai, les points ensemencés sont devenus jaunâtres, le reste des feuilles a conservé sa teinte verte. Le 28 et le 29 mai, les points ensemencés portent des conidies à la surface et leur tissu contient des oospores presque mûres.

P. densa. Le 6 juin, des conidies sont semées sur des feuilles coupées du *Rhinanthus Alectorolophus*. Le 8 juin, beaucoup de germes ont perforé l'épiderme et se sont ramifiés. Le 12 juin, des rameaux conidiophores apparaissent à la surface.

P. parasitica. L'ensemencement se fit, le 18 juin, sur des feuilles de *Capsella*. Le 19, beaucoup de germes sont entrés dans le tissu et commencent à s'y ramifier. Le 24, de beaux rameaux conidiophores font apparition à la surface.

P. gangliiformis. Des graines de Laitue furent semées dans le terreau d'un grand pot à fleurs. Le 20 mai, leur germination commence. On recouvre la surface du terreau de feuilles de Laitue chargées de *Peronospora* portant des conidies. Les conidies tombent en abondance sur le sol humide et y germent promptement. Le 29 mai, les jeunes plantes ont étalé, outre les cotylédons, une à deux feuilles. La plupart contiennent le mycélium du parasite dans leur tissu; sur la moitié d'entre elles l'éruption des rameaux conidifères est déjà accomplie.

P. Radii. On sème, le 10 août, des conidies sur les fleurs radiales de trois capitules du *Tripleurospermum inodorum* Schultz. Le 11, une foule de germes pénètrent dans l'épiderme. Le 15 et le 16, le parasite fructifie sur deux des capitules. Le troisième est flétri.

Peronospora infestans Mont. Le 9 février, à cinq heures du soir, des conidies furent semées dans de l'eau répandue sur des lames de verre. On y mit des tiges coupées de Pomme de terre et on les plaça dans une chambre chauffée. A sept heures quinze minutes, les zoospores étaient développées, et avaient poussé des

tubes. Le matin du 10 février, on les trouva pénétrés dans le tissu de la Pomme de terre; le 11 février, le mycélium était répandu abondamment dans les canaux intercellulaires du parenchyme; on l'y trouve à une profondeur de six couches de cellules. Le 14 février, le mycélium a parcouru le parenchyme entier; de nombreux rameaux conidifères s'élèvent à la surface. Beaucoup d'expériences semblables ont donné le même résultat. Je n'en citerai que deux. Des sporanges, semés à midi, émettent les zoospores à une heure. A trois heures, on voit celles-ci fixées sur l'épiderme et les tubes-germes déjà enfoncés dans la paroi des cellules. Le 4 février, on sema des conidies sur des feuilles de Pomme de terre. Le 5, la pénétration des germes est accomplie; le 8, l'une des feuilles ensemencées offre l'éruption des rameaux fertiles; le 9, ceux-ci paraissent sur les autres feuilles.

6. J'ai dit plus haut que les germes des *Peronospora* entrent dans la plante hospitalière, si les spores sont semées sur une partie convenable au développement du parasite. Pour la plupart des espèces que j'ai examinées, la surface de tous les organes de la plante hospitalière qui s'élèvent au-dessus du sol possède cette qualité. Il va sans dire que, pour le *P. Umbelliferarum*, la surface doit être pourvue de stomates. D'ailleurs, les germes de toutes les espèces en question entrent et se développent dans tous les organes, quels que soient leur fonction et leur âge. La membrane épaisse des cellules épidermiques ne rebute pas le parasite: le *P. densa* s'enfonce dans l'épiderme de la face supérieure des feuilles de *Rhinanthus*, et j'ai vu les germes du *P. Papaveris* perforer l'épiderme de la tige adulte du *Papaver somniferum*, épiderme dont l'épaisseur égalait ou surpassait le diamètre des germes eux-mêmes. Dans la plupart des espèces, je n'ai pas examiné si le parasite peut entrer dans les parties souterraines de la plante hospitalière. Quant au *P. infestans*, ses germes pénètrent promptement dans tous les organes de la Pomme de terre pour y développer le mycélium. Ils perforent la couche subéreuse qui protège les tubercules et les stolons aussi bien que l'épiderme des feuilles et des tiges. Quand on fait l'ensemencement sur une tranche de Pomme de terre, ils perforent les parois des cellules superfi-

cielles pour se répandre dans le parenchyme situé au-dessous de celles-ci. Ce n'est que le *P. Radii*, espèce qui fructifie uniquement dans les floscules linguiformes du *Tripleurospermum inodorum*, dont les germes ne perforent, selon mes observations, que l'épiderme des fleurons mentionnés. Semées sur les feuilles et les tiges de la plante hospitalière, les conidies poussent leurs tubes, mais ceux-ci s'y développent comme s'ils se trouvaient sur une lame de verre. Je crois cependant que cette espèce peut pénétrer dans la plante hospitalière quand celle-ci est encore très-jeune, ou peut-être entrer par les cotylédons, d'une manière semblable à celle des *Cystopus*; car, dans les plantes habitées par le *P. Radii*, le mycélium du parasite se trouve souvent répandu dans le parenchyme des tiges et des pédoncules, et fructifie abondamment dans tous les capitules; ceux-ci sont envahis par le parasite quand ils sont encore très-jeunes, longtemps avant la floraison. Je regrette de ne pas avoir pu vérifier cette opinion par des observations directes (1).

Quant à la plante hospitalière, les *Peronospora* en font un choix très-rigoureux. Quelques-uns d'entre eux n'ont été trouvés jusqu'ici que sur une seule espèce phanérogame (par exemple *P. Radii* M., *P. Myosotis* M.). Pour la plupart, ils habitent plu-

(1) Le *Tripleurospermum inodorum* C. H. Sch. (*Pyrethrum inodorum* Sm.) est envahi par deux espèces de *Peronospora* mentionnées plusieurs fois dans ce mémoire et qui n'ont pas été décrites jusqu'ici. En voici les diagnoses :

P. leptosperma M. (pl. 9, fig. 1, 2). Mycelii tubis crassis ramosissimis, haustoriis parvulis globosis obovatisve. Stipites conidiophori e stomatibus plantæ hospitis egredientes, singuli v. fasciculati, candidi, graciles, trichotomi vel ramis 4-5 instructi. Rami trichotomi aut dichotomi, ordinibus ramulorum 2-5; ramuli ultimi ordinis subulati. Conidia cylindrica diametro transversali sesqui ad quadruplo longiora utrinque rotundata, candida. Oogonia membrana tenui munita, Oosporam parvam globosam episporio pallide fusco lævi aut irregulariter anguloso munitam foventia.

Habitat in partibus herbaceis *Tripleurospermi inodori* frequentissime; nec non in Anthemide, Matricaria Chamomilla. Conidia profert in foliis, caulibus, involucris, oosporas in iisdem partibus, et, frequenter, in receptaculis. Nunquam vidi in plantæ hospitis flosculis.

P. Radii M. (pl. 9, fig. 3, 4.). Mycelii tubi tenues, haustoria rariora parvula

sieurs espèces, mais qui appartiennent au même genre ou à la même famille naturelle. Quand on sème une espèce de *Peronospora* sur une plante phanérogame qu'elle n'habite pas spontanément ou qui n'a que peu d'affinité avec la plante hospitalière ordinaire, les germes se comportent généralement comme s'ils avaient été cultivés sur des lames de verre. J'ai fait une grande quantité d'expériences de cette sorte, dont il serait inutile de donner l'exposition détaillée. Quelquefois il arrive que les germes entrent dans une espèce qui ne peut pas les nourrir; alors les germes périssent après être entrés dans les cellules de l'épiderme. C'est un cas rare que j'ai observé chez les conidies du *P. macrocarpa* semées sur les feuilles du *Ficaria ranunculoides*. Plus fréquemment, on trouve des espèces où le parasite peut entrer, mais ne peut pas prendre un développement tout à fait normal et complet. Ayant semé le *P. infestans* sur les feuilles du *Solanum Dulcamara*, je vis le mycélium s'étendre dans le parenchyme, mais les rameaux conidifères ne vinrent que rarement et furent très-ténus et très-pauvres. Sur le *Solanum nigrum*, je n'obtins pas de conidies du tout, quoique le mycélium du parasite eût pris possession du parenchyme des feuilles. Souvent on trouve une espèce de *Peronospora* sur plusieurs espèces hospitalières; mais, comme pour les *Cystopus*, il y en a parmi ces espèces dans lesquelles on ne rencontre jamais les organes sexuels du parasite. Le *P. calotheca*, par exemple, se trouve fréquemment dans l'*Asperula odorata* et le

globosa obovatave. Stipites conidiophori ex epidermide pertusa singuli prodientes, membrana dilute violacea instructi, e basi tuberoso-inflata cylindrici, subflexuosi, superne quinquies ad septies dichotomi. Ramuli ultimi ordinis breviter conici, rigidi. Conidia ovato-elliptica, apice rotundato aut acutiusculo, membrana violacea (oculo nudo colorem nigricantem præbentia). Oogonia membrana tenui munita, oosporas globosas episporio saturate badio irregulariter acutangulo instructas foventia.

Habitat rarius in *Tripleurospermo inodoro*, plerumque unacum *P. leptosperma*. Mycelium pedunculos et receptacula colit at præcipue flosculos. Radii capitulorum intrat, nec nisi in eorum corollis linguæformibus et stylis conidia oosporasque profert. Capitula parasitum foventia prorsus sterilia sunt; flores radiales sæpe elongati, contorti, varique monstrosi.

Galium Aparine, et il y est presque toujours chargé d'oospores; mais de nombreux échantillons que j'ai recueillis dans le *Galium Mollugo* n'ont jamais porté que des conidies. Le *P. gangliiformis* Berk., quelque fréquent qu'il soit sur les espèces de *Lactuca*, de *Sonchus*, de *Lampsana*, sur le *Cirsium arvense*, ne m'y a jamais offert des oospores; je n'ai rencontré ces organes que quand le parasite habitait le *Senecio vulgaris*. Ces exemples suffiront pour montrer l'influence favorable ou défavorable qu'exerce la nature de la plante hospitalière sur le développement de ces parasites.

7. Le mycélium entré dans le parenchyme de la plante nourrice peut y être confiné à un endroit limité, ou bien parcourir la plante entière pour y produire des fruits, soit partout, soit sur les points de son élection. Il y a des espèces qui paraissent se trouver toujours dans le premier cas. Ainsi le *P. Umbelliferarum*, surtout quand il habite l'*Ægopodium Podagraria*, paraît toujours former des plaques circonscrites qui ne s'étendent que peu et que lentement.

Le second cas est, sans doute, le plus fréquent. On trouve souvent des *Atriplex*, des *Asperula*, des *Galium*, des Alsinées, des *Ranunculus*, des Légumineuses, etc., qui sont tout envahis de *Peronospora*, soit que celui-ci fructifie partout, soit que les fruits ne viennent que sur les feuilles. Quand on rencontre une plante dont toutes les feuilles offrent un *Peronospora*, on trouve presque toujours le mycélium répandu dans le parenchyme de la tige qui porte les feuilles envahies, quand même celle-là n'offre aucune trace du parasite à l'extérieur. On peut facilement voir que les tubes du mycélium s'allongent avec la tige croissante et envoient leurs rameaux dans les organes nouvellement formés. L'exactitude de cette assertion peut être facilement constatée dans la plupart des espèces qui nous occupent.

La migration (s'il est permis d'employer ici ce mot) du mycélium dans le tissu de la plante hospitalière est surtout très-visible dans les espèces de *Peronospora* qui fructifient exclusivement ou de préférence dans certaines parties de leur hôte. Les faits signalés plus haut pour le *P. Radii* paraissent indiquer que le mycélium de

cette espèce entre dans la plante hospitalière très-jeune et en parcourt la tige et les rameaux, sans y être visible à l'extérieur, pour fructifier dans les fleurons ligulés. Un fait semblable a été observé directement dans le *P. parasitica* Tul. On sait que cette espèce, qui habite surtout le *Capsella Bursa pastoris*, peut fructifier sur les feuilles de son hôte, mais qu'il produit ses fruits de préférence sur la tige, les pédoncules et les péricarpes renflés. Le 28 juin, deux pieds jeunes de *Capsella* furent plantés dans des pots à fleurs. Des conidies du *P. parasitica* furent semées sur les feuilles basilaires et sur la base des tiges ; la partie supérieure de celles-ci ne reçut aucun ensemencement. On conserva les plantes dans une atmosphère humide en les plaçant sous des cloches de verre jusqu'au 1^{er} juillet ; ensuite on les exposa à l'air sec du laboratoire. Le 3 et le 4 juillet, l'une des plantes (I) offre des conidies du *Peronospora* sur les feuilles ensemencées ; au bout de quelques jours ces feuilles se fanent. Le 6 juillet, les feuilles de l'autre plante (II) montrent le parasite à leur surface. Depuis le 1^{er} juillet, les fleurs s'épanouissent et les tiges s'allongent normalement. La plante I offre, le 6 juillet, de petits renflements d'un vert pâle au-dessous des pédoncules inférieurs. La première fleur n'a pas produit de fruit ; la seconde et la troisième ont produit des silicules qui sont de longueur normale, et qui ont une apparence saine. Plus tard la sixième fleur produit une silicule semblable, les autres restent stériles. Le 23 juillet, les renflements de la tige et les silicules ayant augmenté de volume se couvrirent de rameaux conidifères du *Peronospora*. Dans leur tissu on trouva facilement le mycélium qu'on pouvait suivre dans la partie inférieure et saine de la tige. La plante II resta petite. Jusqu'au 4 juillet sa tige est parfaitement dressée ; le 6 juillet, elle est courbée et très-renflée dans sa partie supérieure. La première fleur produit une silicule portée par un pédoncule qui a deux fois la longueur normale. Plus tard, la silicule et le renflement de la tige augmentent considérablement de volume. Le 9 juillet, ils sont examinés au microscope et l'on trouve dans leur tissu le mycélium du *Peronospora* abondamment développé.

Dans les *Peronospora* qui habitent des plantes vivaces ou des

plantes annuelles qui durent l'hiver, le mycélium caché dans le tissu de la plante hôte dure avec celle-ci. Au printemps, il reprend sa végétation et émet ses rameaux dans les organes nouvellement formés de son hôte pour y fructifier. On observe souvent ce phénomène sur le *Peronospora* du *Stellaria media*. En automne, cette plante se montre souvent envahie par le parasite, mais celui-ci n'y fructifie que dans les feuilles; la tige, quant à l'apparence extérieure, paraît intacte. Pendant l'hiver, la plante s'accroît peu et le parasite n'apparaît que rarement à la surface. Mais dès les premiers jours du printemps, les nouveaux organes poussés par le *Stellaria* se gonflent, prennent une teinte jaunâtre et leur parenchyme est parcouru par un mycélium vigoureux qui ne tarde pas à produire des fruits. Quand on examine les parties de la tige qui ont survécu l'hiver, on y trouve les filaments du mycélium, et l'on peut aisément constater que ce sont eux qui donnent naissance aux filaments répandus dans les parties printanières. Les filaments vivaces sont contenus dans les méats intercellulaires de la moelle; ils parcourent celle-ci sur une étendue qui peut dépasser 10 centimètres, et ils se distinguent de leurs rameaux printaniers par une membrane beaucoup plus épaisse et par des ramifications assez rares.

On sait que le *Ficaria ranunculoides* est vivace au moyen de petits bourgeons munis à leur base de tubercules claviformes ou ovoïdes. Cette plante est souvent envahie par le *Peronospora Ficariæ*, et ordinairement le mycélium du parasite en parcourt tous les organes printaniers. Quand, à la fin du printemps, les bourgeons vivaces se développent, on voit souvent le mycélium du parasite engagé dans le petit pédoncule qui les fixe à l'axe mère, et se ramifiant dans le tissu du bourgeon et de son tubercule. En se détachant de la plante mère, le bourgeon emporte donc le parasite; celui-ci reste caché dans le parenchyme, qui, du reste, paraît tout à fait sain. L'année suivante, quand les bourgeons recommencent à pousser des tiges et des feuilles, le mycélium monte dans celles-ci pour y porter des fruits.

Le *Peronospora* de la Pomme de terre (*P. infestans*), est également vivace au moyen du mycélium contenu dans le tissu bruni

des tubercules malades. On peut y obtenir ses fruits par les moyens artificiels qui seront indiqués tout à l'heure. Quand, au printemps, une pomme de terre malade pousse des tiges, le mycélium monte dans celles-ci et se trahit bientôt par des taches noirâtres, qui, isolées d'abord, s'étendent bientôt sur la surface entière de la pousse. La longueur des pousses occupées par le parasite, que j'ai obtenues en cultivant des pommes de terre malades, ne dépassait pas 8 à 12 centimètres. Cependant, je crois que, dans des conditions favorables, elles peuvent s'allonger davantage. Quoi qu'il en soit, le parasite peut fructifier abondamment sur ces petites tigelles, et, par conséquent, se propager dans la nouvelle saison par des conidies provenant du mycélium vivace.

La faculté du mycélium d'être vivace explique donc comment les espèces de *Peronospora* qui en sont douées peuvent revenir au printemps ou en été, quand même leurs organes reproducteurs sont incapables de vivre pendant l'hiver. Cette explication est importante, surtout pour la biologie du *P. infestans*, espèce qui, du moins dans nos climats, ne se reproduit que par des conidies, dont la vitalité est certainement détruite pendant l'hiver.

8. Les phénomènes de végétation qui viennent d'être décrits sont presque entièrement déterminés par l'organisation du parasite et de la plante hospitalière.

Quant aux agents purement physiques qui exercent une influence sur la végétation des *Peronospora*, on doit noter en premier lieu l'eau. Quand on plonge dans l'eau un morceau d'une plante occupée par un *Peronospora*, le parasite, il est vrai, ne prend point son développement normal ; il pousse des rameaux grêles, étiolés en quelque sorte, et bientôt il périt. Mais, quand on augmente la quantité d'eau contenue dans la plante nourrice en l'arrosant fortement, et surtout quand on la place dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, la végétation du parasite en est extrêmement favorisée. Le mycélium se répand rapidement dans le tissu hospitalier et la production de rameaux conidifères est accélérée et augmentée. Quand, au contraire, la plante hospitalière est peu arrosée, et l'exhalation aqueuse favorisée par la sécheresse de l'air, le parasite ne fait que peu de progrès, sa végétation peut

même s'arrêter tout à fait. On peut aisément se convaincre de cette influence de l'eau en cultivant une plante occupée par un *Peronospora* quelconque, alternativement dans des milieux secs et humides, ou en comparant deux individus, d'ailleurs égaux, dont l'un est modérément arrosé et exposé à l'air sec d'une chambre, tandis que l'autre est maintenu dans un sol et une atmosphère humides. Souvent quelques heures suffisent pour que l'influence de l'humidité se manifeste. Les *Peronospora* spontanés offrent les mêmes phénomènes qu'on obtient par la culture. C'est l'eau qui détermine à elle seule ces phénomènes. Du moins je n'ai pas remarqué que la lumière et les variations de température, que l'on observe dans la saison où les *Peronospora* végètent, y aient une influence appréciable. Ce n'est qu'en altérant les conditions d'humidité que ces agents modifient la végétation des Péronospores.

Parmi les causes qui arrêtent la végétation des *Peronospora*, on doit surtout noter la putréfaction de la plante hospitalière. C'est un terme peu précis que la putréfaction, je l'avoue, et je regrette de ne pas pouvoir signaler les produits de la pourriture qui sont nuisibles aux parasites. Mais, quoi qu'il en soit, il est important de noter que ce n'est que dans les tissus vivants que les Péronospores végètent. L'observation attentive d'une espèce quelconque peut prouver ce fait, qui, d'ailleurs, a été déjà annoncé par beaucoup d'auteurs. C'est à tort qu'on assimilait quelques-uns de ces parasites aux moisissures qui naissent sur des corps organisés arrivés à l'état de décomposition.

La production des rameaux conidifères paraît être généralement déterminée par le contact de l'air avec le mycélium bien développé. On sait que la plupart des espèces émettent ces rameaux ordinairement par les stomates, et l'on peut dire que, plus il y a de stomates dans l'épiderme, et plus les canaux aérifères du parenchyme protégé par ce dernier sont larges et nombreux, plus le parasite émet de rameaux fertiles à la surface. C'est pourquoi les conidies ne viennent sur beaucoup de feuilles habitées par des Péronospores qu'à la face inférieure. Quand au contraire le mycélium végète dans des organes dont le tissu est compacte et dont la surface est dépourvue de stomates, ou n'en possède qu'un très-petit nombre,

les conidies n'y sont produites que dans des cas exceptionnels. On pourrait attribuer ces faits à des influences spécifiques quelconques exercées par les tissus de l'hôte sur le parasite, et il est difficile de réfuter cette opinion, parce qu'il est impossible d'isoler le parasite de ces tissus et de leur influence sans le tuer. Cependant, tout en admettant que la constitution spécifique des tissus est déterminante pour la végétation du mycélium, je crois que l'opinion avancée ci-dessus sur la production des rameaux conidifères est appuyée par des observations. On trouve effectivement que, dans certains tissus compacts, le mycélium végète généralement et normalement sans y produire des conidies, tandis que celles-ci paraissent aussitôt que le même mycélium a été mis en contact avec l'air. C'est ce qui a lieu quand, dans un tissu compacte, des cavités remplies d'air sont produites par des causes pathologiques. M. Payen (1) a observé les rameaux conidifères du *P. infestans* dans des excavations de fruits malades du *Solanum Lycopersicum*. Le *P. Alsinearum* produit aussi assez fréquemment des conidies à l'intérieur des feuilles du *Stellaria media*. Au milieu de ces feuilles, le parenchyme, tout en conservant sa structure ordinaire, se détache souvent de l'épiderme de la face inférieure; celle-ci demeure plane, tandis que le parenchyme détaché et la face supérieure se voûtent sans augmenter d'épaisseur. Par là il se forme une cavité remplie d'air entre le parenchyme détaché et l'épiderme. Les tubes du mycélium ne tardent pas à s'y répandre; ceux qui rampent sous l'épiderme émettent des rameaux conidifères au travers des stomates; d'autres, renfermés dans la cavité, y produisent des oospores et des rameaux conidifères tout à fait conformes à ceux qui se trouvent à la surface de la plante nourrice. Les tubercules malades de la Pomme de terre contiennent toujours le mycélium du *P. infestans*, qui n'y fructifie jamais tant que la peau du tubercule est intacte. Mais quand, en coupant le tubercule, on expose le parenchyme occupé par le mycélium au contact de l'air, il se recouvre de rameaux conidifères au bout de vingt-quatre à quarante-huit

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 18 octobre 1847.

heures. Des résultats analogues s'obtiennent avec les tiges de la Pomme de terre. Il est évident que, dans ces expériences, rien n'est changé sauf le contact de l'air; les conditions spécifiques surtout restent les mêmes. Il me paraît donc démontré que c'est ce contact seul qui détermine généralement la production des rameaux conidifères.

Il y a des cas exceptionnels où les rameaux fertiles naissent sans que l'air qui entoure la plante hospitalière soit immédiatement en contact avec le mycélium. On peut les produire artificiellement. Le mycélium du *P. infestans*, par exemple, occupe fréquemment les tiges du *Solanum tuberosum* sans y fructifier. Quand on exagère la végétation du parasite, en plaçant la plante qui le porte sous l'influence d'une humidité excessive, le mycélium pousse de nombreux rameaux qui perforent les cellules de l'épiderme, et qui, parvenus à la surface, engendrent des conidies de la manière normale. L'exception la plus remarquable, sans doute, à la règle que nous venons d'établir, est offerte par le *P. Radii*. Cette espèce dont j'ai parlé plus haut fructifie exclusivement dans les corolles et les styles des fleurs marginales de son hôte, organes dont l'épiderme est dépourvu de stomates. Les rameaux conidifères perforent toujours les cellules épidermiques.

9. J'avoue à regret que les tentatives très-nombreuses que j'ai faites pour observer la *germination des oospores* n'ont eu aucun succès. Cependant on conviendra que la ressemblance parfaite qu'il y a entre les oospores des *Peronospora* et celles des *Cystopus* autorise à supposer que leur germination est très-semblable dans les deux genres. On admettra donc que les oospores des *Peronospora*, ayant reposé pendant l'hiver, engendrent des spores, soit agiles, soit immobiles, et que celles-ci poussent des germes qui pénètrent dans la plante hospitalière. Je pense que cette opinion est du moins rendue plus probable par une observation que j'ai faite cette année. Pendant l'été de 1861, j'observai des pieds de l'*Atriplex patula* qui croissaient au coin d'une haie et qui portaient le *P. effusa* Desm. Le parasite produisait une foule d'oospores, tandis que son hôte portait des graines normales. Dans les premiers jours d'avril l'*Atriplex patula* avait germé dans

les environs de la ville ; des centaines de jeunes plantes se trouvaient partout, aucune d'elles n'offrait le *Peronospora*. Seulement, au coin signalé, je trouvai, parmi une foule de jeunes *Atriplex*, plus de la moitié des individus envahis par le parasite. Les cotylédons de ces jeunes plantes avaient l'apparence normale, cependant les rameaux conidifères du parasite étaient visibles sur quelques-uns. Mais les deux à six feuilles qui s'étaient développées étaient jaunâtres, courbées vers le sol, et leur face inférieure couverte des fruits du *Peronospora*. D'après cette observation, et vu l'analogie du *Cystopus candidus*, on n'hésitera pas, je le pense, à admettre que les espèces du *Peronospora* qui croissent sur des plantes annuelles, et qui n'ont pas le mycélium vivace, sont conservées pendant l'hiver et propagées au printemps à l'aide des oospores.

10. Les *Peronospora* sont-ils produits par les plantes malades, ou déterminent-ils de leur part les maladies des tissus qu'ils occupent ? Cette question, il me semble, trouve sa solution en quelque sorte par ce qui a été dit dans les pages précédentes au sujet de la pénétration et de la végétation de ces endophytes. Cependant, la question exige une réponse plus précise ; car on pourrait penser que le parasite trouble bien la santé de la plante qui le porte, mais que son invasion, ou même sa naissance est déterminée par une prédisposition de la plante hôtalière.

Quant à la naissance des *Peronospora*, aucun observateur moderne n'a pu confirmer l'assertion, jadis avancée, que le mycélium tire son origine des sucres sécrétés dans les méats intercellulaires ou dans les cellules mêmes du tissu malade. En examinant celui-ci, on trouvera toujours le mycélium parfaitement développé et l'on remarquera de plus que ses rameaux s'étendent très-souvent dans le tissu sain.

Le plus souvent les *Peronospora* envahissent les parties vertes des plantes, et l'altération la plus fréquente et la plus constante de celles-ci consiste en une décoloration. D'abord le vert pâlit et prend une teinte jaunâtre ; quand on examine le tissu au microscope, on trouve que les cellules n'ont changé ni de forme ni de volume, qu'elles ont conservé leur structure ordinaire, quand

même les suçoirs du parasite ont perforé leurs parois, mais que les granules de chlorophylle ont évidemment pris une couleur vert jaune, tout en diminuant de nombre et de volume. Il paraît que le parasite se nourrit aux dépens de la chlorophylle. Plus tard on voit le tissu occupé par le parasite perdre ses sucs et se colorer en brun à mesure que la végétation de celui-ci approche de sa fin. Parfois ces altérations sont jointes à des déformations, des renflements et des courbures des parties envahies, phénomènes qui, pour la plupart, sont dus à des hypertrophies partielles ou totales du tissu malade.

Toutes les altérations que l'on découvre en examinant des individus spontanés se retrouvent quand on sème les *Peronospora* sur des plantes hospitalières. Le mycélium ayant pénétré dans les tissus, des taches jaunâtres apparaissent aux points mêmes qu'on avait ensemencés. Les taches s'étendent à mesure que le mycélium s'accroît et prend possession du tissu vert et sain. Des renflements et des hypertrophies se trouvent sur les mêmes espèces qui les présentent à l'état spontané, par exemple dans les tiges et les fruits des Crucifères habitées par le *P. parasitica*. L'examen le plus scrupuleux démontre l'identité la plus parfaite entre les individus cultivés et spontanés, tant pour l'organisation du parasite que pour l'altération de la plante qui le nourrit. On ne saurait ainsi douter que l'introduction et la végétation du parasite ne soient la cause de la maladie de son hôte, et que cette maladie ne soit contagieuse au moyen des organes reproducteurs de celui-là.

Quant à la prédisposition à souffrir l'invasion du parasite, il n'y a pas de doute qu'elle existe en tant que chaque espèce de *Peronospora* exige pour son développement certaines espèces phanérogames. On peut donc parler, si l'on veut, d'une prédisposition spécifique de certaines plantes pour l'invasion de certains *Peronospora*. Mais une prédisposition individuelle ou malade n'existe pas; du moins les expériences et les faits connus n'en offrent point de preuve. Quelques auteurs, qui admettent des prédispositions individuelles, notamment M. Fries, s'appuient sur la réapparition annuelle des parasites sur le même individu hospitalier. Pour les *Peronospora* le fait est rare; cependant il a été décrit ci-

dessus pour le *P. Ficarix*; mais il s'explique par la faculté du mycélium de passer l'hiver dans les tissus vivaces et de monter dans les organes qui se développent au printemps.

Dans les expériences que j'ai faites en semant les *Peronospora*, je n'ai jamais observé une prédisposition individuelle et malade de la plante hospitalière. Il m'a paru au contraire que, plus une plante est saine, plus le *Peronospora* y prospère. Les ensemencements décrits aux paragraphes précédents ont été faits sur des plantes ou sur des organes coupés qui se trouvaient dans un état de santé parfaite avant l'expérience. Les feuilles de *Rhinanthus*, d'*Ægopodium*, avaient été prises de pieds très-bien développés, et j'eus soin de constater que, sur les mêmes pieds et sur les individus de la même espèce qui les entouraient, toutes les feuilles non ensemencées restèrent saines, tant avant qu'après l'expérience. Dans les expériences sur le *P. gangliiformis*, on avait semé le parasite sur environ une centaine de pieds germants de Laitue; la plupart de ces derniers furent envahis par le parasite. Une autre centaine de graines, provenant de la même récolte, fut semée dans le terreau et traitée de la même manière que la première; seulement elle ne fut pas ensemencée de *Peronospora*. Toutes les plantes qui en provinrent étaient parfaitement saines et n'offraient aucun parasite. En face de tous ces faits, je ne vois aucune raison pour admettre une prédisposition individuelle quelconque.

11. On sait que la *maladie épidémique des Pommes de terre* qui a envahi l'Europe depuis 1842, et surtout en 1845, est liée à la présence du *Peronospora infestans* Mont., espèce qui a été découverte par mademoiselle Libert et par M. Montagne. Beaucoup d'auteurs ont traité cette maladie de différents points de vue, et ce sont surtout les relations du parasite avec la maladie qui ont été l'objet de discussions et de controverses nombreuses. Dans un travail où il est question des *Peronospora*, ce sujet important ne peut pas être passé sous silence. Les diverses opinions qui ont eu cours à ce sujet sont si généralement connues, qu'il serait inutile d'en donner ici une exposition détaillée. Je me bornerai donc à un cours résumé et à la critique qui s'appuie directement sur l'observation.

Les opinions se classent en deux groupes opposés. Les uns

voient la cause de l'épidémie dans un état maladif de la Pomme de terre elle-même, produit soit accidentellement par des conditions défavorables du sol et de l'atmosphère, soit par une dépravation que la plante aurait éprouvée par la culture. Selon ces opinions, la végétation du parasite serait purement accidentelle, la maladie en serait indépendante, le parasite pourrait même épargner fréquemment les organes malades.

Les autres voient dans la végétation du *Peronospora* la cause immédiate ou indirecte des divers symptômes de la maladie ; soit que le parasite envahisse les fanes de la Pomme de terre, et, en les détruisant, ou, pour ainsi dire, en les empoisonnant, détermine médiatement un état maladif des tubercules ; soit qu'il s'introduise dans tous les organes de la plante, et que sa végétation soit la cause immédiate de tous les symptômes de maladie que l'on rencontre dans un organe quelconque.

Les observations prouvent rigoureusement que les opinions du second groupe, exprimées notamment par MM. Payen, Montagne, Tulasne, Berkeley, etc., sont les seules fondées. Je ne pourrai que confirmer la théorie qu'on doit aux expériences heureuses du docteur Speerschneider (1), théorie qui a été prouvée par une série d'observations récemment publiées dans une brochure allemande (2). Selon cette théorie, les symptômes de la maladie seraient toujours produits immédiatement par l'invasion du parasite.

Il importe de rappeler que l'épidémie dont il s'agit est caractérisée par des symptômes nettement accusés ; qu'il ne s'agit point de maladies quelconques, mais d'une seule maladie tout à fait spéciale. Cette maladie débute ordinairement au milieu ou vers la fin de l'été par des taches d'un brun noir, qui font apparition sur les fanes et s'étendent sur les feuilles, les tiges, et les fruits de la Pomme de terre. Les organes se flétrissent, prennent entièrement la couleur signalée, enfin ils se dessèchent ou pourrissent. Les plantes ainsi détruites peuvent porter des tubercules

(1) *Das Faulen der Kartoffelknollen*, etc. (Botan. Zeitung, 1857, p. 421).

(2) A. de Bary, *Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit*. Leipzig, 1864.

sains. Mais il n'est que trop fréquent que ceux-ci soient altérés d'une manière particulière. Leur surface offre des dépressions ridées, d'une disposition et d'une étendue variables. En coupant les tubercules, on voit le parenchyme qui touche la peau des parties déprimées coloré en brun foncé à une profondeur de quelques millimètres. Le tissu bruni paraît être plus sec et plus compacte que le parenchyme normal. Quand la maladie a fait des progrès, la coloration brune s'étend sur le parenchyme périphérique entier, et çà et là à une profondeur plus considérable ; la surface entière du tubercule se ride et se teint en brun sale. Le parenchyme à l'intérieur du tubercule demeure d'abord sain et normal, mais il finit par subir la pourriture sèche ou humide, et le tubercule se couvre des moisissures maintes fois décrites. Quand on sème le *Peronospora infestans* sur des feuilles saines de Pomme de terre, en prenant les précautions signalées plus haut, les germes entrent au travers de l'épiderme, le mycélium se répand dans le tissu du point ensemencé et, au bout de quelques jours, il y produit des fruits. Le tissu envahi par le parasite conserve d'abord son vert gris (1), plus tard il devient un peu jaunâtre; quand les conidies ont atteint leur maturité, le tissu se teint en vert sale, se ramollit, puis prend une couleur noirâtre et se dessèche ou se pourrit. La tache noirâtre est ainsi formée. Les tubes du mycélium qui y sont contenus meurent avec l'altération signalée du parenchyme ; mais ceux qui, dans la périphérie de la tache, touchent le parenchyme sain, s'étendent dans celui-ci pour lui faire subir les mêmes altérations qui viennent d'être indiquées. C'est ainsi que le mycélium prend un développement centrifuge, et que ce développement détermine une extension pareille des taches noirâtres. Quand on examine des fanes prises d'un champ quelconque, on y trouve toujours le même développement du parasite et la même extension des taches. Toujours le mycélium occupe d'abord le tissu vert et sain, qui, la fructification du parasite étant achevée, se ramollit et brunit. On ne peut donc pas douter que les taches des feuilles ne soient produites par le parasite qui y est

(1) Voy. pl. 6, fig. 9, 10.

entré. Et quant à la propagation rapide de la maladie, elle s'explique d'elle-même par la grande quantité de sporanges que le parasite produit et par la rapidité de son développement, ainsi qu'il a été dit plus haut. On doit bien remarquer que, d'après ce qui précède, les organes reproducteurs du *Peronospora* sont déjà abondamment développés quand on observe dans un champ les premières traces de la maladie. Il est vrai que, selon les faits exposés plus haut, les sporanges et les spores du parasite ont besoin d'eau pour prendre leur développement normal ; mais ces résultats de l'expérience s'accordent très-bien avec ce qu'on observe dans les grandes cultures, où les progrès de la maladie sont toujours d'autant plus rapides que le temps et l'exposition du champ favorisent mieux les précipitations aqueuses de l'atmosphère, tandis que la sécheresse arrête le développement du parasite et les progrès de la maladie.

On connaît depuis longtemps l'apparition du Champignon sur les fruits de la Pomme de terre et de quelques plantes voisines, notamment de la Tomate, et l'on sait qu'il y produit des altérations semblables à celles qu'on trouve sur les feuilles.

Quant aux taches brunes qui se trouvent sur les tiges et les pétioles des fanes malades, on a souvent nié que le parasite y fût contenu, parce qu'on ne trouve que rarement ses fruits à la surface. Cependant il y est toujours renfermé. Son mycélium, qui rampe entre les cellules du tissu compacte, est parfois difficile à reconnaître. On croit voir des méats intercellulaires remplis de matière grenue, qui cependant, dans de bonnes préparations, offrent la membrane propre des tubes du mycélium. Leur nature peut être mise hors de doute quand les taches sont humectées fortement ; on voit alors les tubes douteux pousser des rameaux ; ceux-ci perforer les cellules, s'élever à la surface et y engendrer le fruit normal du *Peronospora*. D'ailleurs on peut obtenir aisément les mêmes résultats qu'on observe à l'état spontané, en semant le parasite sur les tiges de la Pomme de terre. C'est par cet ensemenement qu'on peut démontrer le plus clairement que les altérations des tissus sont directement déterminées par la végétation de l'endophyte. Dans les tissus altérés des feuilles, c'est principale-

ment le contenu des cellules du parenchyme qui subit les décolorations; les membranes prennent la couleur brune moins prononcée, souvent elles demeurent incolores, les parois de l'épiderme seules offrant une teinte foncée. Ce sont donc les parties que le parasite ne touche pas immédiatement qui offrent les altérations les plus saillantes. Les cellules corticales et épidermiques de la tige sont en grande partie remplies de liqueur aqueuse ne renfermant que peu de granules, et, sur les taches brunes, ce sont surtout les membranes qui offrent la teinte foncée. Or, en observant la pénétration des germes et les progrès du mycélium dans ces parties, on voit souvent que la coloration de la membrane commence au point même qui touche le premier par le tube du parasite. A partir de ce point, la couleur brune s'étend peu à peu autour du reste de la paroi touchée et se répand successivement sur les cellules plus éloignées et qui n'ont aucun contact avec le *Peronospora* (1). On voit ainsi que le parasite altère d'abord le point qu'il touche immédiatement, et que l'altération se propage sur les éléments intacts du tissu. C'est ainsi que la coloration brune s'étend souvent à une distance de quelques centimètres, soit dans le parenchyme superficiel, soit dans les faisceaux vasculaires.

Dans les *tubercules*, les parties ridées et brunies qui caractérisent la maladie sont toujours occupées par le *Peronospora*. Je ne répéterai pas ici les descriptions nombreuses qu'on possède sur la structure et sur les altérations de ces parties. Je ne ferai qu'y ajouter le fait, que le mycélium rampe toujours entre les cellules brunies. Il a été déjà vu, sans doute, par M. de Martius, qui, en décrivant le tissu malade, fait mention de méats intercellulaires remplis de matière granuleuse (1). En examinant attentivement le tissu en question, on peut bien retrouver ces prétendus méats, mais en même temps on peut se convaincre que ce sont les tubes ordinaires du mycélium, munis d'une membrane propre et souvent assez épaisse, et se frayant passage entre les cellules du parenchyme. Toutefois il n'est pas toujours facile de trouver ou de poursuivre ces tubes, parce que le tissu brun est trop opaque

(1) C. F. P. v. Martius, *Die Kartoffel-Epidemie*, etc. München, 1842, p. 46.

pour qu'on en puisse bien observer au microscope des coupes un peu épaisses, et parce que, dans des coupes très-minces, les tubes sont fréquemment coupés dans tous les sens, et sont par conséquent peu visibles. Il y a cependant un moyen de se convaincre de la présence du mycélium, et de prouver en même temps rigoureusement que les tubes intercellulaires appartiennent en réalité au *Peronospora*. Quand on coupe le tubercule malade et qu'on le met à l'abri de la dessiccation, la surface de la tranche se recouvre du mycélium et des rameaux conidifères du *P. infestans*, et l'on peut facilement constater que ces organes tirent leur origine des tubes intercellulaires du tissu bruni. Le mycélium qui se développe sur ces tranches est ordinairement très-vigoureux ; souvent il constitue une masse cotonneuse d'une épaisseur de plusieurs millimètres, et il pousse des rameaux conidifères souvent cloisonnés et beaucoup plus grands et plus ramifiés que ceux qu'on observe sur les fanes de la Pomme de terre (1). L'apparition de ces rameaux fertiles a ordinairement lieu au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures ; parfois cependant il faut attendre plusieurs jours. On observe ces phénomènes dans tous les tubercules malades, sans exception, tant qu'ils n'ont pas succombé à la putréfaction. Celle-ci arrête le développement du parasite et le tue.

On peut aisément imaginer, d'après ce qui vient d'être dit, que le *Peronospora* détermine immédiatement la maladie des tubercules aussi bien que celle des fanes, et cette supposition est parfaitement prouvée par l'expérience. Quand on sème le *Peronospora* sur un tubercule sain, on voit les germes du parasite pénétrer dans les cellules superficielles (2), se répandre dans le parenchyme périphérique, et produire les mêmes altérations qu'on observe sur les tubercules retirés du sol d'un champ. Il est indifférent que le tubercule qui sert à l'expérience soit coupé ou intact, exposé à l'air ou enfoui dans le sol humide. Le parasite ne fructifie ordinairement que sur les surfaces tranchées. Dans

(1) Voy. pl. 5, fig. 4, 2.

(2) Voy. pl. 5, fig. 5.

les parties du tubercule qui sont protégées par la peau, le mycélium reste stérile, ou du moins ne fructifie que quand une pomme de terre munie d'une peau mince est exposée à une humidité excessive; condition qui, ainsi que nous l'avons vu, exagère la végétation du parasite.

Comment le mycélium du parasite peut-il parvenir aux tubercules dans les cultures ordinaires de la Pomme de terre? Il n'y a pas de doute que cela peut avoir lieu à l'aide des sporanges. Quand on place des tubercules sains dans du terreau, à une profondeur de 1 à 2 centimètres ou de 1 décimètre et davantage, et quand on sème des conidies du *Peronospora* à la surface du terreau arrosé de temps en temps, on voit, au bout de huit à dix jours, les tubercules atteints de la maladie. Celle-ci commence dans le tubercule du côté qui est tourné vers le sol. Elle offre tous les symptômes qui viennent d'être exposés. Il n'est pas nécessaire, dans ces expériences, d'humecter le terreau excessivement; un arrosement modéré suffit. Quand on examine le terreau qui sert à l'expérience, ou le sol d'un champ dont les fanes sont envahies par le *Peronospora*, on trouve aisément les conidies à une profondeur considérable. Ces faits prouvent donc que les conidies sont amenées aux tubercules par l'eau qui pénètre dans le sol, que ce liquide détermine le développement des spores et des germes dans le sol même, et que ceux-ci envahissent les tubercules pour y produire les altérations connues.

On peut aussi supposer que le mycélium renfermé dans les fanes peut parvenir dans les tubercules en descendant au travers des tissus de la tige. C'est une supposition qui me paraît assez probable, mais que je n'ai pas pu vérifier exactement. S'il en était ainsi, il y aurait une seconde voie par laquelle le parasite pourrait être amené aux tubercules. Quoi qu'il en soit, la première voie, dont l'existence est directement prouvée, me paraît suffire pour expliquer parfaitement les phénomènes dont il s'agit.

On comprend aisément, par ce qui précède, pourquoi souvent les fanes d'un champ sont entièrement détruites par le parasite, tandis que la plupart des tubercules restent sains. Quelque grand que soit le nombre de conidies tombées sur le sol, elles ne peuvent

pas y pénétrer quand il n'y a pas d'eau pour les y entraîner ; elles peuvent rencontrer sur leur chemin des difficultés très-variées ; enfin, elles peuvent bien atteindre les tubercules sans que la quantité d'eau contenue dans le sol soit suffisante pour déterminer le développement et l'introduction des germes. Le manque d'eau pourrait également arrêter l'accroissement du mycélium, si celui-ci était capable de descendre dans des liges jusqu'aux tubercules. L'observation mentionnée n'est donc point en contradiction avec la théorie avancée ; tout au contraire, je crois qu'elle reçoit son explication par celle-ci. Il en est de même, à ce qui me semble, pour toutes les observations que l'on fait dans les grandes cultures, et j'ose dire que ces observations doivent nécessairement s'accorder avec une théorie qui est fondée sur des expériences concluantes.

Je rappelle ici que la première apparition du parasite, dans la saison des cultures, a été expliquée dans un des paragraphes précédents par la faculté du mycélium contenu dans les tubercules malades de se conserver vivant pendant l'hiver. En effet, on trouve souvent des Pommes de terre dont une partie du parenchyme est envahie par le *Peronospora*, et dont le reste demeure sain tant que les tubercules sont conservés dans un endroit peu humide. C'est par de tels tubercules que le parasite est conservé ; c'est par eux qu'il a probablement fait son chemin de la patrie des Pommes de terre en Europe.

Quant aux *Mucédinées* qui habitent les Pommes de terre malades, telles que le *Fusisporium Solani* Mart., le *Spicaria Solani* Hart., si souvent décrits, ce sont des moisissures qui se nourrissent du tissu malade et qui sont innocentes pour les tubercules sains. En les semant sur ceux-ci, dans des conditions variées, on peut aisément constater que leur végétation est nulle, ou du moins très-tardive sur le tissu normal, et que jamais elle ne détermine un symptôme de la maladie qui nous occupe.

La végétation du *Peronospora* détermine donc seule l'épidémie redoutable à laquelle la Pomme de terre est exposée. L'invasion du parasite est-elle favorisée par une prédisposition quelconque de la plante hospitalière ? On prétend que les différentes variétés de la Pomme de terre ne sont pas également exposées à la maladie, et

je ne veux pas nier cette assertion, sans néanmoins pouvoir la confirmer. Il y a certainement quelques doutes à ce sujet, car souvent les assertions avancées sur la même variété se contredisent. Cependant, tout en admettant des prédispositions différentes en différentes variétés, on devra les ranger parmi les prédispositions spécifiques dont il a été question plus haut, et dont l'existence ne peut être contestée. Quant à la prédisposition individuelle et malade qu'on a indiquée si souvent, il faut remarquer d'abord que presque tous les auteurs qui l'admettent positivement ont ignoré ou nié l'influence déterminante du parasite, et que c'est sur ce dernier point que leurs opinions s'appuient. D'après ce qui est constaté aujourd'hui, ces opinions auront donc peu de valeur. Quand il s'agit de la question de savoir si l'*introduction du parasite* est favorisée par une disposition normale de la plante hospitalière, je crois qu'il faut nier l'existence d'une telle prédisposition aussi bien pour la Pomme de terre que pour toute autre plante. L'expérience du moins n'en démontre rien. Le parasite étant semé avec les précautions nécessaires sur un morceau de tubercule sain, ce morceau tombe malade, tandis que le reste du tubercule conserve toujours son état normal quand il est traité avec quelque soin. En faisant des expériences semblables sur les parties des fanes, on obtiendra des résultats analogues. Des expériences comparatives sur une quantité de pieds de la même variété m'ont toujours donné le même résultat : rien ne détermine l'invasion du parasite, sauf l'ensemencement bien dirigé des conidies. Les pieds ensemencés tombent *toujours* malades quand on les cultive dans les conditions indispensables à la végétation et à la propagation du parasite ; ceux qu'on protège contre celui-ci demeurent sains. Dans des expériences très-nombreuses, je n'ai jamais trouvé qu'un individu fût plus favorable au parasite que l'autre, pourvu que la culture se fît sous des conditions extérieures égales.

IV

URÉDINÉES.

(Pl. 40, 41, 42.)

4. Les Urédinées s'accordent avec les *Peronospora* et les *Cystopus* par leur mode de végéter. Elles habitent comme ceux-là des plantes, vivantes et leurs organes reproducteurs se développent ordinairement dans les parties vertes de la plante hospitalière, soulevant et rompant l'épiderme de celle-ci. Ces organes sont toujours réunis en petites touffes dont la ressemblance avec les pulvinules conidifères des *Cystopus* est assez grande pour que ceux-ci aient été placés jusqu'ici parmi les Urédinées. Cependant l'organisation et la reproduction de ces Champignons sont bien différentes de celles des *Cystopus*.

Le *mycélium* (1) est formé par des filaments ténus, très-rarement pourvus de cloisons transversales nombreuses, et munis d'une membrane qui ne prend jamais la couleur bleue que l'iode et l'acide sulfurique communiquent à la cellulose ordinaire. Ils sont donc plus conformes que les tubes du *Peronospora* et des *Cystopus* aux filaments que l'on connaît dans la plupart des Champignons. Les filaments contiennent du protoplasma incolore ou coloré par des granules ou des gouttelettes de matière grasse rouge orangé. Ils sont répandus dans les tissus que le parasite occupe, rampant dans les canaux intercellulaires et y constituant souvent des plexus inextricables. Ces plexus sont fréquemment assez volumineux et assez compactes pour comprimer et pour déplacer les cellules du parenchyme hospitalier. Quand on les examine sur des préparations mauvaises, ou avec un microscope imparfait, il est difficile de reconnaître les filaments entrelacés qui les composent, et c'est pourquoi ils ont été pris autrefois pour des masses amorphes de matière granuleuse. Aujourd'hui il n'y a plus de doute qu'ils ne soient entièrement formés par des filaments

(1) Voy. pl. 40, fig. 7, 8; pl. 42, fig. 2.

organisés. Le mycélium des Urédinées croît presque toujours dans les méats intercellulaires; ce n'est que dans des cas particuliers, qui seront exposés plus bas, qu'il entre dans des cellules en perforant les parois. Il est vrai qu'on voit parfois des ramules du mycélium ordinaire s'enfoncer dans les cellules hospitalières, mais cela n'arrive que très-rarement, et ces ramules ne différant en rien des branches intercellulaires, on ne peut pas attribuer des suçoirs à ces endophytes.

Les *fruits* des Urédinées naissent sous l'épiderme de la plante hospitalière. Les petites touffes dans lesquelles ils sont engendrés sont formées par des rameaux du mycélium réunis et entrelacés en des coussinets assez compactes. L'accroissement de ceux-ci et des fruits eux-mêmes rompt l'épiderme hospitalier lorsque le parasite a atteint un certain degré de développement.

Les caractères les plus saillants des Urédinées sont fondés sur les fruits ou spores mêmes, tant sur leur structure que sur leur dimorphisme ou pléomorphisme remarquable et constant. Chaque espèce possède de deux à cinq sortes d'organes reproducteurs qui ont une coordination ou une succession régulière. C'est surtout aux travaux approfondis et étendus de M. Tulasne qu'on doit la connaissance de la reproduction des Urédinées. N'ayant que peu de chose à ajouter à ce que ce savant botaniste dit sur les fruits des endophytes en question, je renonce à en donner une description détaillée; je préfère rappeler au lecteur les résultats principaux que M. Tulasne a obtenus, en reproduisant verbalement le résumé qu'il en a donné lui-même (1). Seulement j'omets ce qui se rapporte aux *Cystopus*.

« *Spermogonia* ex omnibus fungilli organis præcocissima, punctiformia, obtusa acutave, mutica v. in ore ciliata, flava, aurantia, fusca aut nigricantia, pauca seu numerosissima, sparsa, absque ordine certo adgregata v. circumstantia, singula a *peridiolo* tenui aut crassiore subachroo, aurantio v. fusco, plus minus in parenchy-

(1) M. L. R. Tulasne, *Second Mémoire sur les Urédinées. etc.* (*Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. II, p. 466).

male matrici conspicuo et discreto, uniloculari, *sterigmatibus* linearibus exilibus, stipatissimis et vertice spermatophoris in interno pariete vestito, humoreque viscido sæpius præterea referto; *spermatis* perexiguus, ovatis v. cylindroideis..... simulque cum muco in quo libere demerguntur tempore debito eructatis.....

» *Fructus* mire multifarii s. multiplices; alii enim præcociiores, simplices moxque in pulverem soluti, *uredinem* s. apparatus secundarium, quasi e *stylospor*is factum, alii perfectioris et multimodæ structuræ apparatus primarium, simplicem duplicemve, varie nuncupatum, et *sporas* proprie dictas edentem sistentes; ambobus fructuum sortibus vulgo aliquandiu. coætaneis ac modo consociatis, modo plus minus discretis; alterutra frequenter sola præsentē.

» *Uredo* alba, flava, aurantia, fusca aut nigrescens, e soris sive pulvinulis sparsis congregatis aut gyrosis, spermogoniis sine ordine declarato commixtis vel ea in orbem constipata ambientibus constans, modo nuda nec nisi epidermide plantæ matricis tecta et eadem disrupta excepta s. calyculata, modo *peridio*, sc. tegmine proprio membranaceo, sicco elastico aut immerso albido pallido sive fucato nunc ostiolato ciliatoque vel crenato-dentato, nunc rimulis dehiscēte aut varie lacerato destructoque, incarcerationa. *Stylosporæ* ovatæ ellipsoideæ globosæ, uniloculares, tum ab initio discretæ, singulatim stipitatæ tandemque nihilominus pleræque apodes, tum contra in series s. monilia polymera primitus coalitæ..... deinde tamen pariter liberæ et apodes; *episporio* tenui aut crasso, tuberculifero v. spinescēte, rarius lævi, achroo pellucidoque s. varie fucato et quandoque penitus opacato, nunc oscillis (punctis tenuatis) tribus, quatuor v. pluribus donato, nunc quoviscumque poro, saltem conspicuo, destituto et quasi imporoso; *endosporio* tenuissimo, indiscreto, clauso; protoplasmate granoso-oleoso pallido flavido v. aurantio absque nucleo discreto. *Paraphyses* jam plane nullæ, jam pulvini uredinei ambitum et penetralia quidem copiosissimæ tenentes obovato-lineares claviformes s. capitatæ, rectæ aut incurvæ, e membrana achroa hyalina..... factæ, vacuæ aut protoplasmate parco, flavido v. aurantio faretæ. *Germen* e *stylospor*is recentibus (v. annotinis?) pronascens tubulo-

sum, lineare, simplex, bifurcum seu varie ramosum, æquale aut diversimodo hinc illinc tumefactum, vulgo tamen uniloculare, indefinite elongatum, mycelique exordium; rarissime contra, ut videtur definitum et protomycelium sistens, scilicet in modicam exerescens longitudinem, septorum ope cito 4-5-loculare totidemque subinde sporidiiferum, vegetatione hoc modo absoluta; sporidiis obovatis, levibus, sterigmatibus acutis singulatim primum suffultis, brevi liberis et in fila germinando abeuntibus.

» *Sporæ* perfectiores nunc plane discretæ, nunc in pulvinos solidos s. ligulas integras aut varie partitas adglutinato-conso-ciatae, tuncque basidia fingentes, nec unquam disjunctæ, cæterum simplices, indivisæ aut pluriloculares, sessiles v. stipitatae pulveris instar labentes v. in matrice persistentes; *pulvinis* quos struunt uredinis more sparsis congregatis v. circinatis, rarissime *peridio* membranaceo primodum tectis, frequentius autem *paraphysibus* consitis; *episporio* tenui achroo hyalino, aut sæpius saturate fucato partimque opacato, de specie impervio v. oscillis paucis et numero definitis mediis aut apicalibus instructo; *endosporio* incerto vix conspicuo aut magis manifesto; protoplasmate granoso-oleoso, pallido aurantio v. dilute fucato, *nucleumque* sphæricum pallidiorem centralem s. excentricum fovente. *Germen* modo æstivale s. præcox, modo opsigenum i. e. serotinum (hiemale, vernal), e membrana hyalina tenuissima et protoplasmate pallido flavido s. aurantio fabricatum tubuloso-cylindricum v. claviforme, obtusum, rectum flexuosumve, totum incurvatum aut apice tantum circinatum, simplex v. rarissime in brachia discedens, semper definitum s. *promycelii* vices gerens, nempe brevi absolutum tuncque uniloculare et apice 1-sporum, vel 3-4-septum et totidem sporidiiferum; *sporidiis* obovatis ovato-reniformibus aut sphæricis levibus, pallidis et aurantiacis, sterigmate acuto singulis primodum suffultis, liberis autem penitus apodibus, aliis germinando filum æquale et tenuissimum agentibus, aliis formas sporidioides quasi transfixas præterea innovantibus. »

Dans les pages suivantes, je me servirai de la terminologie proposée par M. Tulasne; je distinguerai par conséquent quatre

sortes d'organes reproducteurs ou de cellules reproductrices, savoir :

- 1° Les spermaties provenant des spermogonies;
- 2° Les stylospores;
- 3° Les spores proprement dites;
- 4° Les sporidies ou sporules secondaires qui sont engendrées par le promycélium.

On ne sait presque rien de certain sur le rôle que ces différents organes jouent dans la biologie des Urédinées. Quant aux spermaties, aucun observateur n'en a vu la germination, et, d'après de nombreuses tentatives, je ne peux que confirmer ce résultat négatif. Je pense que ce n'est pas à tort qu'on suppose que ces corpuscules sont les organes mâles des espèces auxquelles ils appartiennent, cependant j'avoue que je ne puis donner aucune preuve de cette hypothèse.

La germination est bien reconnue pour les différentes sortes de spores et de sporidies. Mais, excepté la formation du promycélium transitoire, on n'en connaît que les premiers états, c'est-à-dire le développement de tubes-germes analogues à ceux de la plupart des champignons. Il reste donc à demander que deviennent ces germes quand ils trouvent des conditions favorables à leur développement ultérieur.

En essayant de répondre à cette question, je vais exposer d'abord l'histoire entière et assez complète de quelques espèces; ensuite j'y ajouterai l'aperçu général de ce que j'ai pu trouver sur les espèces et les genres voisins.

2. Les spores proprement dites de l'*Uromyces appendiculatus* Lk (*Puccinia Fabæ* Grev.) ont la structure ordinaire qui caractérise l'ancien genre *Uromyces* ou les Puccinies à une seule loge de Candolle (1). Ce sont des cellules obovales terminées par une pointe arrondie, munies d'un épispore brun foncé, lisse, et d'un endospore très-distinct, d'apparence incolore. Elles renferment du protoplasma granuleux qui entoure le corps excentrique, diaphane, désigné du nom de *nucleus* par M. Tulasne,

(1) Voy. Tulasne, *loc. cit.*, p. 445 et 485, pl. 9; et notre pl. 10, fig. 4 et 2

mais que je prendrais plutôt pour une vacuole. Le sommet de l'épispore montre le pore caractéristique des *Uromyces*. Les spores sont supportées par un pédicelle incolore ou légèrement teinté en brun jaunâtre, qui atteint une longueur assez considérable. Au moyen de ce pédicelle les spores demeurent fixées sur la plante qui les porte et y constituent des pulvinules compactes, noirâtres et d'une étendue variable. Les spores mûrissent à la fin de l'été ou en automne. Pendant l'hiver elles demeurent dans un état de repos, et la faculté de germer ne se manifeste ordinairement qu'au printemps ou dans l'été suivant (1). Alors, quand elles sont humectées et placées sur un sol ou dans une atmosphère humide (je plonge les parties de la plante hospitalière chargées de spores dans l'eau pendant quelques heures, puis je les place sur du terreau humide et je les recouvre d'un verre), la germination a lieu au bout de quelques jours. La spore pousse un tube épais, courbé et obtus, qui cesse bientôt de s'allonger, pour engendrer trois ou quatre *sporidies* de la manière décrite par M. Tulasne et figurée à la planche X, fig. 1 et 2.

Les sporidies sont réniformes. Cultivées sur du terreau ou sur des lames de verre humides, elles ne tardent pas à émettre un tube-germe, court et ténu (2), qui peut engendrer une sporidie secondaire; mais c'est à ces productions que leur végétation se borne. Il en est autrement quand on les sème sur l'épiderme de la plante hospitalière (3). Le tube-germe y tourne son extrémité vers la paroi d'une cellule quelconque et la perfore; son extrémité entre dans la cavité de la cellule, se renfle et s'accroît aussitôt en un tube cylindrique dont l'épaisseur égale le diamètre de la sporidie et surpasse quatre à cinq fois celui du germe poussé par celle-ci. La perforation s'opère de la même manière que dans les *Peronospora*. La partie du tube qui traverse la paroi des cellules épidermiques est toujours très-ténue; elle est à peine visible dès que le protoplasma de la sporidie a passé dans l'extrémité enga-

(1) On peut cependant obtenir la germination en hiver, en cultivant les spores dans une chambre (voy. Tulasne, *loc. cit.*, p. 192).

(2) Voy. pl. 10, fig. 3.

(3) Voy. pl. 10, fig. 4, 5, 6.

gée. Bientôt la membrane vidée de la sporidie et du germe resté en dehors périt; le pertuis de la paroi de l'épiderme disparaît, et la seule trace qui trahit l'origine du tube engagé dans la cellule consiste en une petite pointe par laquelle il demeure fixé à la paroi perforée. La cellule épidermique n'est ordinairement pas altérée visiblement par le procédé indiqué. Le tube renfermé dans la cavité ne tarde pas à s'allonger, à se ramifier et à se cloisonner (4). Les rameaux perforent les parois intérieures de l'épiderme et entrent dans les méats intercellulaires du parenchyme, pour y former, en s'accroissant, les filaments du mycélium. La pénétration s'accomplit en peu de temps; on la trouve achevée au bout de vingt-quatre heures quand on maintient la plante ensemençée dans une atmosphère humide. Peu de jours après on trouve le mycélium répandu dans le parenchyme, quand même la plante hospitalière est exposée à l'air sec d'une chambre après la pénétration des germes. Jamais je n'ai vu les germes entrer par les stomates; tandis que la pénétration s'accomplit avec la même facilité et sur les feuilles et sur les tiges des plantes convenables.

Les spores qui ont servi à mesensemencements avaient mûri sur le *Faba vulgaris*, et l'ensemencement des sporidies fut fait sur des jeunes pieds de cette même espèce et du *Pisum sativum* L. Ces plantes provenaient de graines tout à fait saines. Six pieds de *Pisum* et vingt de *Faba* qui n'avaient pas été ensemençés, mais qui provenaient de graines de la même récolte, et qui furent cultivés dans les mêmes conditions que les pieds infestés, restèrent tout à fait sains et intacts pendant la durée de la culture, qui commença à la fin de juin et fut terminée le 20 avril. Tous les pieds ensemençés de *Pisum* et de *Faba* furent conservés dans une atmosphère humide pendant les premières vingt-quatre à quarante-huit heures; — on les recouvrit d'une cloche de verre après avoir fortement arrosé le terreau dans lequel ils étaient enracinés. — Ensuite, la pénétration des germes étant constatée sur de petits morceaux de l'épiderme coupés, la cloche fut ôtée et les plantes demeurèrent exposées à l'air sec du laboratoire; on prit le

(4) Voy. pl. 40, fig. 7.

plus grand soin de ne les arroser que par le terreau. Toutes les plantes ont donné le même résultat. Leur accroissement se continua normalement. Quand l'ensemencement se fit, la plupart d'entre elles n'avaient qu'une hauteur de quelques centimètres et ne montraient que les deux ou trois feuilles primordiales qui, comme on sait, ont la forme d'écailles trifides. Pendant les deux mois que la culture dura, elles offrirent le développement ordinaire de leurs espèces. Quelques-uns des semis avaient été faits sur des feuilles adultes de *Faba*; celles-ci conservèrent leur forme, et les plantes entières continuèrent également leur accroissement normal. Au bout d'environ six jours, la surface des points mêmes qui avaient reçu les sporidies prit une teinte blanchâtre, dont l'extension et l'intensité augmentèrent rapidement. Trois jours après, de petites protubérances firent saillie à la surface des taches blanchâtres. Elles étaient de couleur orangée, et beaucoup d'entre elles portaient à leur sommet une gouttelette de liquide mucilagineux transparent et légèrement teinté en jaune orangé. L'examen microscopique constata que c'étaient des spermogonies de la forme la plus ordinaire dans les Urédinées, et surtout dans les *Æcidium* (1). Le nombre des spermogonies augmenta de jour en jour, et, peu de temps après, on vit de nombreuses protubérances globulaires, grosses, entremêlées à celles-là. Ces protubérances offraient la structure connue des jeunes périidies des *Æcidium* (2). Elles ne tardèrent pas à rompre l'épiderme, à prendre la couleur orangée et la forme de cylindre. Enfin le sommet des périidies s'ouvrit pour faire tomber des chapelets de *stylospores* orangées. Le développement et la structure des stylospores étaient parfaitement conformes à ce que l'on connaît depuis longtemps pour les *Æcidium*. Il était facile de constater que les périidies et les spermogonies prenaient leur origine du même mycélium intercellulaire issu des germes d'*Uromyces*. Il s'était donc formé de ces germes un Champignon qui appartient à un genre qu'on croit aujourd'hui bien différent des *Uromyces*, champignon que la plupart des mycologues placeraient, sans doute, parmi les variétés

(1) Voy. pl. 40, fig. 8.

de l'*Æcidium Leguminosarum* Link, dont il diffère cependant par la forme cylindrique et la coloration plus foncée de ses péricides.

Pendant huit à quinze jours l'*Æcidium* continua d'augmenter le nombre et la longueur de ses péricides. Les taches blanchâtres qui contenaient le mycélium restèrent confinées aux pointsensemencés. Sur quelques-unes des tiges ensemencées elles étaient confluentes dans les premiers jours de leur apparition, et formaient des plaques d'une longueur d'environ un décimètre; d'autres avaient acquis une étendue de 5 à 10 millimètres; mais toujours leur extension fut achevée avec l'apparition des péricides, et jamais le mycélium ne quitta les environs des points ensemencés.

Un mois après l'ensemencement, des points bruns ou noirâtres font apparition sur les taches dont je viens de parler. Ils entourent les péricides d'*Æcidium* ou sont irrégulièrement entremêlés avec eux, et augmentent rapidement de nombre et de grandeur. Examinés au microscope, ils offrent la fructification ordinaire des *Uromyces* : les *spores*, décrites ci-dessus, associées à un petit nombre des organes que M. Tulasne appelle les *stylospores* ou l'*Uredo* des *Uromyces*, et qui constituent l'*Uredo Fabæ* de Persoon. Je reviendrai plus bas à ces organes. Pour le moment, je ferai seulement remarquer que, d'après les données qui viennent d'être exposées, le mycélium de l'*Æcidium* engendre, à la fin de sa végétation, des fruits égaux à ceux auxquels il doit son origine. Il est certain que ceux-ci sont produits par le même mycélium que les spermogonies et les péricides de l'*Æcidium*. Car, dans les cultures, les plaques couvertes du parasite n'ont reçu aucune goutte d'eau, elles ont séjourné dans l'air sec du laboratoire, et elles ont été placées dans un endroit qui recevait les rayons du soleil pendant tout l'après-midi. On verra que, par conséquent, la germination d'une spore quelconque d'*Uromyces* ne pouvait y avoir lieu.

Les stylospores de l'*Æcidium* (1) ont la forme irrégulièrement globuleuse et la structure connue de la plupart des congénères. Elles sont remplies de matière granuleuse orangée et munies

(1) Voy. Tulasne, *loc. cit.*, p. 173; de Bary. *Brandpilze*, p. 65, pl. 5 à 7.

d'un épispore incolore, finement ponctué, dans lequel je n'ai pu trouver aucun pore. Dans la germination, l'endospore, très-ténu, perfore l'épispore à un point quelconque et y pousse un tube courbé, rarement ramifié, conforme à ceux que M. Tulasne a décrits comme appartenant à la majorité des *Æcidium* (1). La germination s'accomplit promptement quand on sème les stylospores à la surface d'une goutte d'eau ou sur un corps humide quelconque. Quand on sème les stylospores sur l'épiderme humecté de la plante hôte, les tubes-germes rampent d'abord à la surface comme ils le feraient sur une lame de verre. Mais, aussitôt que leur extrémité trouve un stomate, elle y entre, s'allonge dans la cavité aérifère, au-dessous du pore, reçoit bientôt tout le contenu plastique du tube, et se sépare par une cloison de la partie demeurée au dehors du stomate (2). Celle-ci, ne contenant plus que du liquide aqueux, reste visible pendant quelque temps ; peu à peu elle se détruit. L'extrémité entrée dans le pore s'accroît et se ramifie promptement pour donner naissance à un mycélium qui se répand dans les rameaux intercellulaires du parenchyme, et qui égale celui qui avait produit l'*Æcidium*. Mais, jamais le mycélium ne reproduit le fruit dont il est issu. Au bout de six à huit jours, des points blanchâtres, qui paraissent à la surface de la plante hôte, indiquent que la fructification du parasite va commencer. Ces points prennent la forme de pustules, l'épiderme est soulevé et rompu, et de petits coussinets bruns s'élèvent au travers des fentes. Ils doivent leur couleur aux *stylospores* de l'*Uredo* signalées ci-dessus, lesquelles sont produites en quantité immense et qui recouvrent bientôt la pustule d'une poussière brune foncée. Plus tard la formation des stylospores s'arrête, et l'on voit naître dans les mêmes pustules les *spores* tardives dont j'ai parlé au commencement de ce paragraphe.

Les stylospores d'*Uredo* naissent, comme on sait, solitaires au sommet d'un court filament ou stérigma. Dès la maturation elles s'en détachent. Elles ont la forme globuleuse, le contenu légè-

(1) Voy. pl. 44, fig. 4.

(2) Voy. pl. 44, fig. 2 ; voyez aussi les figures 4, 6, 8 à 12 de la pl. 44.

ment rougeâtre, l'épispore brun muni de petites proéminences pointues et de trois pores équidistants à son équateur. Dès la maturité, elles ont la faculté de germer, et la germination s'accomplit dans les mêmes conditions et de la même manière que celles qui sont connues pour les *Æcidium*. L'introduction des germes dans la plante hôtalière est également tout à fait semblable à celle que j'ai décrite plus haut ; elle ne se fait qu'à travers les pores de l'épiderme (1). Le mycélium qui naît de ces germes est semblable à celui qui a porté l'*Uredo*, et, au bout d'une semaine, il en produit de nouveau. Les pulvinules qu'il engendre sont identiques avec ceux qui naissent des stylospores d'*Æcidium* ; aussi bien que ceux-là, ils produisent des *spores* proprement dites à la fin de leur végétation. Jamais, dans de très-nombreuses cultures, je n'ai vu un autre fruit naître des stylospores-*Uredo*. Ce sont donc des organes qui reproduisent toujours la même forme de l'espèce à laquelle ils doivent leur origine. Le mycélium qui produit l'*Uredo* est toujours confiné en un endroit limité. Il est vrai qu'il peut s'étendre autour du point de son premier développement, en passant d'une face des feuilles à l'autre, et surtout en rayonnant dans un plan horizontal et produisant de nouvelles pustules fertiles disposées en cercles concentriques autour de la première. Jamais, cependant, le mycélium ne s'étend à une grande distance ; jamais, par exemple, il ne quitte une foliole pour monter dans d'autres organes. Quand on cultive les plantes envahies par le parasite dans un air sec, en les arrosant seulement par le sol, on n'observe le parasite que sur les points où on l'a semé. Quand on arrose de temps en temps les fanes d'une plante qui porte l'*Uredo*, on voit bientôt le parasite paraître sur la plante entière, et l'on constate aisément qu'il s'y est propagé par le moyen des stylospores dont la dispersion et la germination sont favorisées par l'arrosement. Ces faits expliquent pourquoi le parasite, à l'état spontané, occupe généralement la plante hôtalière entière.

3. Il résulte de la description qui vient d'être donnée que l'*Uromyces appendiculatus* présente, outre les spermogonies, quatre

(1) Voy. pl. 44, fig. 3 à 6.

sortes d'organes reproducteurs qui servent toutes à propager l'espèce, mais dont une seule la reproduit dans une forme toujours identique, tandis que les autres présentent des générations alternantes très-prononcées. En résumé, il y a :

1° Les *spores*, qui produisent, en germant, le promycélium, et

2° Les *sporidies*. Celles-ci donnent lieu à un mycélium qui porte d'abord :

3° L'*Æcidium*, organe particulier qui engendre des *stylospores* dans le sens de M. Tulasne. Ces stylospores produisent :

4° L'*Uredo*, seconde forme de *stylospores*, et plus tard les *spores* n° 1, qui sont toujours associées à l'*Uredo* dans la même pustule. Les spores et les stylospores-*Uredo* viennent aussi sur le mycélium vieux qui a préalablement produit l'*Æcidium*. Les stylospores-*Uredo* reproduisent toujours l'*Uredo* et les spores proprement dites.

Presque tous les *Æcidium* que l'on connaît sont entièrement conformes entre eux. Il en est de même de la plupart des *Uromyces*, tant pour leurs spores que pour les *Uredo*, qui, selon les découvertes de M. Tulasne, en sont les stylospores. Les *Puccinia* (1) ne diffèrent des *Uromyces* que par un seul caractère peu constant : leurs spores sont réunies deux à deux en corps biloculaire, au lieu d'être solitaires comme dans les *Uromyces* ; ceux-ci ne sont, selon le terme significatif de De Candolle, que des Puccinies à une loge. D'ailleurs, on trouve des *Uromyces* et des *Puccinia* qui présentent des spermogonies semblables à celles qui précèdent les *Æcidium* qui habitent la même plante hôte ; par exemple, l'*Æcidium Cyparissiae* DC. et l'*Uromyces scutellatus* ; l'*Æcidium leucospermum* DC. et le *Puccinia Anemones*. Toutes ces données paraissent indiquer, ce qui a été soupçonné déjà en quelque sorte par M. Tulasne (*loc. cit.*, addition à la page 174), que les *Æcidium* ne constituent pas un genre par eux-mêmes, mais qu'ils sont des organes appartenant à des espèces qui offrent un développement analogue à celui de l'*Uromyces appendiculatus*. Chacune

(1) Voy. Tulasne, *loc. cit.*, p. 85-182, pl. 10.

de ces espèces posséderait ses spermogonies, son *Æcidium*, son *Uredo* et ses spores proprement dites; chacune offrirait des générations alternantes analogues.

Je m'éloignerais du but de ce mémoire si je voulais entrer dans une discussion détaillée sur toutes les espèces auxquelles cette hypothèse se rapporte. Je me contenterai d'en signaler quelques-unes pour lesquelles elle est prouvée directement. C'est en premier lieu l'*Uromyces Phaseolorum* Tul., espèce souvent confondue avec l'*U. appendiculatus*. Les spores de cette espèce sont très-semblables à l'*Uromyces* des Fèves. L'*Uredo* s'en distingue par l'épispore brun-jaune, hérissé d'aiguillons plus allongés et muni de deux pores; puis, par son contenu parfaitement incolore. L'*Æcidium* enfin a été bien décrit par Wallroth sous le nom d'*Æcidium Phaseolorum* « *peridiis emersis liberis candidis subulobosis cito fissilibus basinque cupuliformem relinquentibus in acervos parvos rotundos dein confluentes aggregatis... sporidiis (l. c. stylosporidis) albis.* » J'y ajoute : *spermogoniis albis, tandem lutescentibus*. La culture de ce parasite des Haricots donne des résultats entièrement conformes à celle de l'*U. Fabæ*. La description détaillée en sera donc inutile.

L'*Æcidium Tragopogonis* Pers. a les stylospores de la structure ordinaire (1); l'épispore incolore est muni de trois pores. Leur germination est essentiellement conforme à celle de l'*Æcidium Fabæ* (*Uromycetis*), et, aussi bien que dans celui-ci, les tuberges entrent par les stomates de la plante hôte (2). Ils s'y ramifient pour former un mycélium répandu dans les rameaux intercellulaires et confiné dans la feuille même qui a reçu l'ensemencement. Ce mycélium donne naissance à des pulvinules fertiles qui prennent bientôt la couleur noirâtre, et qui présentent les spores biloculaires du *Puccinia Tragopogonis* Corda, associées à un petit nombre de stylospores-*Uredo*. Ces dernières ont une structure à peu près semblable à celle de l'*Uromyces Fabæ*. Des cultures assez nombreuses faites sur les cotylédons et sur les feuilles des

(1) Voy. pl. 44, fig. 7.

(2) Voy. pl. 44, fig. 8, 9.

Tragopogon pratensis et *T. porrifolius*, et répétées pendant deux années, m'ont toutes donné ce même résultat. Aussi trouve-t-on quelquefois le *Puccinia* entremêlé à de vieux *Æcidium Tragopogonis* spontanés. Quant aux spores, elles engendrent, au printemps, le promycélium et les sporidies ordinaires des *Puccinia* et des *Uromyces*. Je n'ai pas réussi à obtenir des sporidies assez bonnes et assez nombreuses pour pouvoir en faire naître l'*Æcidium*; cependant les faits qui viennent d'être exposés ne permettent guère de douter que cette espèce n'ait un développement analogue à celui des *Uromyces* des Fèves et des Haricots.

D'après ces résultats positifs, il y a lieu, je le pense, d'admettre un développement et une atténuation analogue pour un grand nombre d'Urédinées qu'on appelle aujourd'hui des noms de *Puccinia*, d'*Uromyces*, d'*Æcidium*; cependant je me hâte d'ajouter qu'il y a certainement des exceptions dont quelques-unes seront même indiquées ci-dessous.

On a appris, par les recherches de M. Tulasne, que les autres genres des Urédinées, notamment les *Melampsora*, *Coleosporium*, *Xenodochus*, *Phragmidium*, *Triphragmium*, *Cronartium*, ont un développement très-analogue à celui des Puccinies et des *Uromyces* quant à la production des spores, des sporidies et des stylospores-*Uredo*. Il n'y a pas d'indication directe, jusqu'ici, que la production d'*Æcidium* ou d'une forme analogue (*Ræstelia*, *Peridermium*, et peut-être *Cæoma* Tul.) soit essentielle au développement complet de ces genres; cependant cela paraît probable par quelques faits qui seront notés plus bas.

4. Quoi qu'il en soit, des observations directes prouvent qu'à peu d'exceptions près, les organes reproducteurs homonymes dans la terminologie de M. Tulasne, c'est-à-dire les organes d'origine et de structure analogues, offrent dans presque toutes les Urédinées une analogie complète dans leur développement ultérieur. On sait, par les observations de M. Tulasne, qu'il en est ainsi pour les premiers actes de la germination; il en est de même pour la pénétration des germes dans la plante hospitalière, et, à ce que j'ai pu observer, pour les premiers produits fertiles qui en prennent naissance.

Les *stylospores* de toute sorte germent (pour la plupart) en poussant, ainsi qu'il a été dit plus haut, un tube allongé, courbé, de forme variable, mais de structure toujours égale quant aux points essentiels (1). Ce tube a été indiqué par M. Tulasne dans un grand nombre d'espèces, et il est facile de l'y retrouver. Il ne me paraît pas inutile d'en donner l'énumération, en y ajoutant quelques-unes dont M. Tulasne ne fait pas mention.

Cœoma pingue Tul. *Æcidia plurima*, e. gr. *Æc. Ranunculearum* DC., *Æc. crassum* P., *Æc. Cyparissiae* DC., *Æc. Tragopogonis* P., *Æc. Tussilaginis* P., *Æc. Violæ* Lehm., *Æc. Taraxaci*, *Æc. leucospermum* DC., *Æc. Asperifolii* Pr., *Æc. Leguminosarum*. *Peridermium Pini* Fr., *P. elatinum* Fr. *Ræstelia cancellata* Rab. *Melampsora Populi* Tul., *M. salicina* Tul. *Coleosporium Senecionis*, *Tussilaginis*, *Rhinanthacearum*, *Campanularum* Lév. *Puccinia* (*stylospores-Uredo*) *Compositarum* (*Uredo suaveolens* P.), *P. graminis* Pers., *P. coronata* Cord., *P. Polygonorum* Schl. *Uromyces Ficariæ* Lév., *U. appendiculatus* Lév., *U. Phaseolorum* Tul. *Uredo Symphyti* DC. *Phragmidium Ruborum*. *Triphragmium Ulmariae*. *Cronartium Aselepiadeum* Fr.

Les conditions qui déterminent la germination sont partout les mêmes que celles qui ont été indiquées pour l'*Uromyces appendiculatus*, et pour les Péronospores à conidies dépourvues de papilles. Toutes les *stylospores* que j'ai examinées possèdent la faculté de germer dès la maturation, et d'autant plus qu'elles sont plus récentes. Elles peuvent conserver cette faculté pendant quelques semaines, et même pendant quelques mois; gardées au sec pendant l'hiver, elles paraissent perdre leur vitalité, du moins je ne les ai jamais vues germer au printemps suivant, à moins que ce ne soit dans un cas douteux fourni par l'*Uromyces Phaseolorum*.

Les germes de toutes les *stylospores* que j'ai pu examiner, ayant rampé sur l'épiderme pendant quelque temps, entrent dans le tissu hospitalier par les stomates, et uniquement par ceux-ci; jamais ils ne perforent les parois des cellules. C'est un fait singulier, mais maintes fois constaté, qu'ils entrent dans *tous* les sto-

(1) Voy. pl. 44, fig. 4, 3, 7.

mates d'une plante quelconque. Le procédé de l'introduction est toujours le même que celui qui a été signalé plus haut pour les *Uromyces* (1). L'extrémité du germe entrée dans le stomate ne tarde pas à s'accroître quand elle a trouvé la plante favorable, autrement son développement s'arrête; elle se conserve pendant quelque temps dans l'intérieur du stomate (2), puis elle périt.

La table suivante servira à donner un aperçu des observations que j'ai faites sur ce sujet. Les cas où les germes ont pénétré dans les plantes sans y développer le mycélium sont marqués d'un +; ceux où le développement du mycélium fut empêché, parce que les parties ensemencées périrent bientôt après l'ensemencement, sont marqués de (+).

+	<i>Æcidium</i> <i>Cyparissiae</i> DC. entré par les stomates du	<i>Sempervivum tectorum</i> .
+	Idem.	<i>Euphorbia erioclada</i> .
	<i>Æcidium</i> <i>Tragopogonis</i> P.	<i>Tragopogon porrifolius</i> .
	Idem.	<i>Tragopogon pratensis</i> .
+	Idem.	<i>Sempervivum tectorum</i> .
(+)	<i>Æcidium</i> <i>Taraxaci</i>	<i>Taraxacum officinale</i> .
+	<i>Æcidium</i> <i>Asperifolii</i> Pers.	<i>Lycopsis arvensis</i> .
+	Idem.	<i>Symphytum officinale</i> .
+	<i>Uredo</i> <i>Symphyti</i> DC.	<i>Symphytum officinale</i> .
+	<i>Lycopsis arvensis</i> .
+	<i>Cæoma pingue</i> Tul.	<i>Sanguisorba officinalis</i> .
	<i>Cronartium Asclepiadeum</i> F.	<i>Vincetoxicum officinale</i> .
(+)	<i>Coleosporium</i> <i>Senecionis</i>	<i>Sonchus arvensis</i> .
	— <i>Campanularum</i>	<i>Campanula Rapunculus</i> .
	<i>Puccinia</i> <i>Compositarum</i> (<i>Uredo suaveolens</i> P.), <i>Cir-</i>	
	<i>sii arvensis</i>	<i>Cirsium arvense</i> .
	Eadem.	<i>Taraxacum officinale</i> .
+	Eadem.	<i>Tragopogon pratensis</i> .
+	Eadem.	<i>Tragopogon porrifolius</i> .
	<i>Puccinia</i> <i>Compositarum</i> , <i>Taraxaci</i>	<i>Taraxacum officinale</i> .
	<i>Puccinia coronata</i> Cord. (<i>Uredo</i> <i>Rubigo</i> DC.). . . .	<i>Triticum sativum</i> .
	<i>Uromyces appendiculatus</i> (Fabæ), <i>stylosp.-Uredo</i> . .	<i>Faba vulgaris</i> .
	Idem.	<i>Pisum sativum</i> .
+	Idem.	<i>Phaseolus vulgaris</i> .

(1) Voy. pl. 44, pl. 42, fig. 5 et 6.

(2) Voy. pl. 44, fig. 40 à 42.

+ Idem.	Trifolium repens.
Uromyces Phaseolorum.	Phaseolus vulgaris.
+ Idem.	Faba vulgaris.

Les germes introduits dans la plante hôte favorable à leur développement donnent naissance au mycélium qui engendre en peu de temps les touffes fertiles. La naissance et la végétation du mycélium sont généralement d'accord avec ce qui a été dit plus haut pour les *Uromyces*.

J'ai exposé dans les pages précédentes les résultats obtenus sur les fruits produits par le mycélium qui doit son origine aux stylospores-*Æcidium* : ce sont, dans les cas que j'ai pu observer, des spores accompagnées d'*Uredo*.

Quant aux stylospores-*Uredo*, j'ai toujours obtenu, par leur ensemencement, des pulvinules fertiles chargés du même *Uredo*, et plus tard de spores proprement dites. Dans quelques expériences, la formation de ces dernières n'avait pas lieu ; mais c'était toujours quand l'ensemencement avait été fait sur des organes qui périrent avant que le parasite ait pu atteindre l'âge nécessaire à la production des spores. Les résultats acquis sur les *Uromyces* ont été exposés plus haut ; je n'ai donc qu'à y ajouter ce que j'ai observé sur quelques autres espèces. Toutes les cultures dont je vais parler, excepté celles du *Coleosporium*, ont été faites sur des plantes enracinées dans des pots à fleurs, et selon la méthode indiquée pour la culture de l'*Uromyces appendiculatus*.

Puccinia coronata C. (*Uredo Rubigo* DC.). Les stylospores-*Uredo* sont semées, le 6 février, sur les feuilles jeunes du *Triticum vulgare*. La germination est achevée le 9 février. Le 17 février, les points ensemencés offrent l'éruption de l'*Uredo*. Le parasite fit des progrès ; mais à la fin du mois, les feuilles ensemencées se fanèrent.

Puccinia Compositarum Schl. (*Uredo suaveolens* P.). Des stylospores mûries sur le *Cirsium arvense* ont été semées, le 7 septembre, sur des feuilles saines du *Taraxacum officinale*. La pénétration des germes fut constatée le 11 septembre. Au commencement d'octobre, les feuilles ensemencées étaient couvertes des pulvinules fertiles de la Puccinie ; le 12 octobre, celle-ci

n'avait produit que des stylospores ; le 1^{er} novembre, elle porta des spores très-nombreuses.

Des stylospores de la même espèce, recueillies également sur le *Cirsium arvense*, furent semées sur les feuilles de ce *Cirsium*. Le semis se fit le 11 juillet, l'éruption du parasite commença le 22 juillet.

Des stylospores de la même Puccinie, recueillies sur le *Taraxacum officinale*, et semées, le 8 octobre, sur des feuilles saines de cette espèce, ont produit à la fin du mois des pulvinules chargés de stylospores et de spores.

Les spores et les stylospores obtenues par ces cultures étaient parfaitement semblables à celles qu'on trouve à l'état spontané. On sait que le *Puccinia Compositarum*, quand il croît sur le *Cirsium arvense*, est le plus souvent accompagné de spermogonies (*Uredo suaveolens* P.). Sur le *Taraxacum*, je n'ai jamais rencontré ces organes à l'état spontané. Dans les cultures, ils ne sont jamais venus ni sur le *Taraxacum*, ni sur le *Cirsium*.

Coleosporium Campanularum. Des stylospores recueillies sur les feuilles du *Campanula rapunculoides* furent semées, le 1^{er} août, sur la face inférieure de quelques feuilles coupées du *Campanula Rapunculus*. Celles-ci, placées sur de l'eau, et abritées par une cloche de verre, demeurèrent en bon état pendant quelque temps. Le 3 août, on trouva beaucoup de germes entrés par les stomates, et ramifiés dans les méats intercellulaires (pl. 12, fig. 6). Vers le 20 août, l'*Uredo* rompit l'épiderme ; peu de jours après, les feuilles périrent.

Cronartium Asclepiadeum Fr. Des stylospores furent semées, le 27 juillet, sur les feuilles du *Vincetoxicum officinale* Mch. Le 30 août, il y avait de belles pustules d'*Uredo* sur les feuilles ensencées.

5. Il y a deux *Æcidium* qui diffèrent des autres par leur germination, bien que leurs cellules reproductrices soient conformes aux stylospores ordinaires ; ce sont l'*Æcidium Euphorbiæ sylvaticæ* DC., que je ne connais que par la description que M. Tulasne en a donnée, et l'*Æcidium Sempervivi* ou *Endophyllum Semper-*

vivi Lév. Les corps reproducteurs de ces espèces (1) poussent un *promycélium* qui engendre trois ou quatre *sporidies* obovales ou réniformes, d'une manière tout à fait analogue aux *Uromyces*. On doit donc ranger ces deux *Æcidium* parmi les appareils sporophores des Urédinées.

Les *spores* proprement dites de tous les genres, quelque variées qu'en soient les formes, offrent toutes une germination analogue, c'est-à-dire qu'elles produisent un *promycélium* transitoire, sur lequel une à quatre *sporidies* sont engendrées. On sait que celles-ci poussent bientôt un germe court et ténu, qui périt quand il ne trouve pas de plante hôte.

Le développement que le tube-germe des *sporidies* prend dans les *Uromyces appendiculatus* et *U. Phaseolorum*, quand il trouve une plante qui lui convient, a été décrit plus haut. Je n'ai pas réussi à l'observer sur d'autres espèces d'*Uromyces* et de *Puccinia*; cependant je ne crois pas que l'opinion soit trop hasardée d'admettre le même mode de pénétration pour la plupart des espèces de ces deux genres, du moins pour celles qui germent au printemps. D'ailleurs il est possible que le mycélium provenu des *sporidies* produise ordinairement des *Æcidium*, ainsi que cela a lieu pour les *Uromyces* mentionnés.

Les *sporidies* de l'*Endophyllum Sempervivi* (2) pénètrent dans la plante hôte de la même manière que celles des *Uromyces*. Ayant semé, le 6 mai, des spores de cette espèce sur les feuilles de trois pieds sains du *Sempervivum tectorum* qui étaient plantés dans des pots à fleurs, j'observai la formation des *sporidies* le 10 et le 12. Le 16, une foule de germes s'étaient enfoncés dans l'épiderme; beaucoup d'entre eux étaient très-ramifiés à l'intérieur des cellules; les rameaux avaient perforé fréquemment les parois intérieures de celles-ci, et avaient pénétré dans les canaux intercellulaires jusqu'à la cinquième couche du parenchyme sous-épidermique. La pénétration s'accomplit tant sur les faces des

(1) Voy. pl. 42, fig. 4; Tulasne, loc. cit., pl. 9, fig. 24-33.

(2) Voy. pl. 42, fig. 4 à 6.

feuilles que sur les cils dont le bord est garni. Les cils sont composés de deux cellules allongées incolores, appliquées longitudinalement l'une contre l'autre. C'est surtout sur ces cellules que la pénétration du parasite peut très-bien être observée. On voit le germe ténu en perforer la paroi, dont l'épaisseur dépasse rarement le diamètre de la sporidie; l'extrémité engagée dans la cellule est renflée en un tube épais rempli de protoplasma, et dont les rameaux nombreux se dirigent vers le parenchyme de la feuille pour y pénétrer en perforant la paroi basilaire du cil. Les cellules qui renferment le parasite conservent ordinairement une structure entièrement normale.

Le mycélium de l'*Endophyllum* se répandit rapidement dans le parenchyme entier des *Sempervivum* ensemencés. En juillet, quelques morceaux des feuilles furent examinés au microscope : ils étaient entièrement parcourus par le mycélium. Les plantes continuèrent cependant à conserver l'apparence de la santé; seulement une d'entre elles poussa en septembre de jeunes feuilles grêles allongées et jaunâtres, semblables à celles qui portent le fruit du parasite spontané. Malheureusement les trois pieds périrent en septembre. L'examen microscopique montra que le mycélium avait envahi toutes les feuilles, le parenchyme entier de la tigelle, et même, à une profondeur de 4 à 5 centimètres, le tissu de la racine primaire. Les trois plantes avaient poussé des jets, dont l'extrémité portait de nouvelles rosettes de feuilles; celles-ci demeurèrent saines, le mycélium ne se trouvant que dans la base des jets. On les planta dans des pots à fleurs, et, l'été suivant, ils prirent un développement normal, sans offrir aucune trace du parasite.

6. M. Tulasne a signalé un certain nombre de *Puccinies* dont la germination a lieu dans le cours de l'été qui les a vues naître. J'ai examiné une de ces espèces, le *P. Dianthi* DC., qui habite fréquemment les feuilles du *Dianthus barbatus* L., et, de même que M. Tulasne, j'y ai trouvé la germination absolument analogue à celle qu'on observe dans les espèces qui germent au printemps. Il en est autrement de la pénétration des germes (1). Les spori-

(1) Voy. pl. 42, fig. 7.

dies, étant parvenues sur un épiderme dépourvu de stomates, dirigent leurs tubes-germes dans des sens très-variés; le plus souvent, l'extrémité du germe est tournée en haut. Quand, au contraire, les sporidies tombent dans le voisinage d'un stomate de la plante hospitalière, les germes se dirigent promptement vers lui. Leurs extrémités y entrent comme le feraient les germes des stylospores, et leur développement ultérieur est analogue à celui de ces dernières. Le mycélium qui en provient ne reproduit que des *spores* de *Puccinia*. Ayant semé les sporidies, le 21 juillet, sur les cotylédons et sur la face inférieure des feuilles adultes et parfaitement saines du *Dianthus barbatus*, je vis, le 7 juillet, les pulvinules de la Puccinie rompre l'épiderme. Dans les dix ensemencements que j'ai faits, les spores n'étaient jamais associées à des stylospores, ni de forme d'*Uredo*, ni de celle d'*Æcidium*.

Là se bornent les résultats positifs que j'ai observés sur le développement des sporidies; j'en ai cependant obtenu de négatifs, dont j'aurai occasion de parler tout à l'heure.

7. Les conditions extérieures qui déterminent la germination des Urédinées sont les mêmes pour toutes les sortes d'organes reproducteurs. Elle s'accomplit facilement, si ces organes peuvent absorber l'eau d'un sol et d'une atmosphère humide; l'immersion dans l'eau est toujours plus ou moins nuisible. La germination a lieu sous les températures ordinaires des saisons où l'on trouve les Urédinées; quant à l'influence de certains maxima et minima de chaleur, je n'ai pas entrepris de la rechercher.

8. De même que les endophytes traités dans les chapitres précédents, les Urédinées font un choix rigoureux parmi les plantes hospitalières. Chaque espèce habite une ou plusieurs espèces phanérogames, à l'exclusion des autres, quelles que soient leurs affinités avec les espèces d'élection. Parfois le choix du parasite paraît assez bizarre, parce qu'il se développe dans des plantes peu semblables, tandis qu'il épargne des espèces voisines de l'une ou de l'autre de celles qu'il choisit. Plusieurs faits de ce genre ont été déjà signalés plus haut. J'y ajouterai ici quelques exemples obtenus par des observations irréprochables, c'est-à-dire dans lesquelles l'ensemencement avait eu lieu sous les conditions les plus

favorables, et où la production des germes et la pénétration de ceux qui provenaient des stylospores avaient été constatées directement par le microscope.

Uromyces appendiculatus. Les germes de toutes sortes de corps reproducteurs pénètrent dans le *Faba vulgaris* et le *Pisum sativum*. Les germes des sporidies ne pénètrent ni dans le *Phaseolus vulgaris*, ni dans le *Trifolium repens*; les tubes-germes des stylospores (*Æcidium* et *Uredo*) entrent dans les stomates de ces plantes, mais n'y développent point de mycélium.

Uromyces Phaseolorum. Tous les germes s'enfoncent et se développent dans le *Phaseolus vulgaris*. Les germes des stylospores entrent promptement par les stomates du *Faba vulgaris*, mais n'y croissent point.

Puccinia Compositarum Schl. (*Uredo suaveolens* P.). J'ai vu entrer les germes des stylospores-*Uredo* aussi bien par les stomates des *Tragopogon pratensis* et *T. porrifolius* que par ceux du *Cirsium arvense* et du *Taraxacum officinale*. Dans ces dernières espèces le développement du mycélium fertile avait toujours lieu; dans les *Tragopogon* jamais.

Puccinia Dianthi. Les germes des sporidies entrent promptement par les stomates du *Dianthus barbatus*, et produisent un mycélium fertile dans le tissu de cette plante. Ils ne pénètrent point dans le *Silene inflata* et le *Lychnis diurna*.

Dans ces exemples et dans quelques autres que j'ai cités ci-dessus, en parlant des germes des stylospores, le mycélium se développe toujours dans l'espèce de plante hospitalière qui a porté les organes reproducteurs qu'on a semés; mais il y a des cas où il m'a été impossible de reproduire certaines Urédinées, en semant leurs germes sur les espèces hospitalières qui les avaient portées.

J'ai semé l'*Uredo Symphyti* DC. sur des feuilles de *Symphytum officinale*. Les germes entrèrent par les stomates, mais le mycélium ne vint pas; les feuilles demeurèrent saines et intactes. J'ai observé l'entrée des germes de l'*Æcidium Asperifolii* dans les stomates du *Lycopsis arvensis*, mais, dans un nombre d'expé-

riences assez considérable, le *Lycopsis* resta intact, quelque fréquent que soit le parasite sur cette plante à l'état spontané.

J'ai fait des tentatives souvent répétées pour voir les germes des sporidies du *Coleosporium Senecionis* et du *Coleosporium Campanularum* pénétrer dans les feuilles et dans les cotylédons des mêmes espèces où j'avais recueilli leurs spores (*Campanula rapunculoides*, *Rapunculus*, *Senecio vulgaris*). Jamais je n'ai pu obtenir un résultat positif.

Je n'ai pas été plus heureux avec des ensemencements très-nombreux de sporidies du *Puccinia graminis*, faits dans les conditions les plus variées sur le limbe et la gaine des feuilles du *Triticum vulgare*, du *Triticum repens*, et sur les rhizomes de cette dernière espèce.

Il serait peut-être hasarde de tirer une conclusion de ces résultats négatifs ; mais pourtant les expériences répétées par lesquelles on les a obtenus ont été faites avec les mêmes précautions qui, sur d'autres espèces, ont fourni tout de suite des résultats positifs ; et les germes des parasites que je viens de nommer étaient en très-bon état. D'après ce qui précède, on conviendra qu'il serait absurde de nier la faculté de ces germes de pénétrer dans le tissu de la plante hospitalière favorable. On est ainsi conduit à l'hypothèse que l'hôte qui a porté les corps reproducteurs en question, n'est pas convenable au développement de leurs germes, et que ce développement doit s'accomplir dans une espèce hospitalière différente. D'un autre côté, il est certain que les germes provenant des stylospores de *Coleosporium* se développent promptement dans l'espèce hospitalière qui porte l'*Uredo* ; il est peu douteux qu'il en soit de même pour les stylospores du *Puccinia graminis*, vu les résultats obtenus sur le *P. coronata*. Il est donc probable que, dans certaines Urédinées, les différents organes reproducteurs exigent chacun une espèce hospitalière particulière. Et, comme ces organes sont produits, dans les *Uromyces* et le *Puccinia Tragopogonis*, par des générations alternantes, on doit admettre qu'il y a des Urédinées semblables à ladite Puccinie et aux *Uromyces*, dont chaque sorte de fruit est produite sur une autre plante nourricière. Ainsi, il y aurait par exemple des Puccinies

dont les spores et les *Uredo* ne seraient produits que sur la plante A, tandis que leurs *Æcidium* viendraient sur une espèce B, etc. Il ne m'a pas été possible, jusqu'ici, de vérifier cette hypothèse, et je me garderai, par conséquent, de l'exposer avec plus de détails. Cependant je voudrais faire remarquer que l'apparition des *Æcidium*, qu'on ne trouve jamais joints à une Puccinie ou à un Uromyce, aussi bien que l'existence de Puccinies qui ne sont jamais associées à un *Æcidium* (par exemple *Æcidium Asperifolii* P., *Æc. crassum* P. *Puccinia graminis, coronata*, etc.), pourraient s'expliquer par des générations alternantes qui exigent l'alternation des plantes hospitalières. On reviendra peut-être, en quelque sorte, à l'ancienne opinion suivant laquelle le Blé rouillé serait infesté par la rouille de l'Épine-vinette.

9. Le mycélium des Urédinées qui prend naissance des germes pénétrés dans la plante hospitalière, s'étend et végète d'une manière différente selon l'espèce et selon les organes reproducteurs auxquels il doit son existence.

Parmi les espèces dont l'histoire vient d'être racontée, les *Uromyces appendiculatus* et *Phaseolorum* ont le mycélium peu étendu, confiné toujours dans le tissu des points ensemencés et ne se montrant pas dans des organes éloignés de ces points. Si ces organes sont également envahis par le parasite, l'invasion a lieu à l'aide des organes reproducteurs, ce qui a été prouvé par des observations directes exposées plus haut. Dans les espèces en question, la végétation du mycélium est toujours semblable, quelle que soit son origine, et, les parasites habitant des plantes annuelles, sa durée ne peut être qu'annuelle.

Il en est de même du mycélium du *Puccinia Tragopogonis* qui naît des stylospores-*Æcidium*. Ayant semé ces organes sur les cotylédons et sur les feuilles des *Tragopogon porrifolius* et *Tr. pratensis*, et ayant cultivé ces plantes dans l'air sec de mon laboratoire, à l'abri de tout arrosage direct des feuilles, j'ai toujours observé le développement de la Puccinie sur les organes ensemencés. Mais jamais le mycélium ne quitte ceux-ci; jamais la Puccinie n'est venue sur une feuille non ensemencée. Dans le

tissu de la tige on ne trouva point de mycélium. Le 18 juin 1860, les cotylédons de treize *Tragopogon pratensis* ont été ensemencés par les stylospores-*Æcidium*. La Puccinie s'y développa promptement, les feuilles qui n'avaient pas reçu d'ensemencement n'offraient point de parasite. On coupa les cotylédons quand ils furent fanés, pour éloigner les spores mûres de la Puccinie; puis les plantes furent conservées pendant l'hiver, et, en 1861, elles continuèrent de végéter. Elles portèrent des fleurs et des fruits sans offrir ni Puccinie ni *Æcidium*. Mais, dans la même espèce, le mycélium qui portait l'*Æcidium*, et qui naît sans doute des sporidies, végète d'une manière fort différente. Les pieds de *Tragopogon* qui portaient l'*Æcidium* ont toujours toutes les feuilles envahies par le parasite fertile. L'examen microscopique démontra que le mycélium y occupe non-seulement les feuilles, mais qu'il est répandu dans le parenchyme entier de la tige et du sommet de la racine primaire. On peut aisément constater que ses filaments montent dans les feuilles récemment formées, pour s'accroître avec elles et pour y engendrer les organes reproducteurs du parasite.

J'ai dit plus haut qu'il m'avait été impossible de voir le premier développement du mycélium qui produit l'*Æcidium Tragopogonis*. Mais les observations sur l'*Endophyllum Sempervivi* montrent suffisamment que le mycélium peut se répandre dans la plante entière, quoiqu'il n'y soit entré que par un seul point, ou du moins par des points peu nombreux. Dans les expériences décrites dans le § 5, l'*Endophyllum* n'avait été semé que sur quelques feuilles de *Sempervivum*; néanmoins le parasite prit en peu de temps possession du parenchyme de tous les organes.

Le *Puccinia Compositarum* offre des phénomènes en quelque sorte analogues à ceux du *P. Tragopogonis*. Dans mes expériences, les stylospores-*Uredo* ont produit un mycélium très-fertile, mais qui ne portait point de spermogonies, et ne s'étendait pas au delà des feuilles ensemencées ni dans le *Taraxacum*, ni dans le *Cirsium arvense*. Des pieds du *Taraxacum*, dont plusieurs feuilles avaient porté la Puccinie par suite de l'ensemencement, furent disséqués après que les feuilles envahies se furent flétries: point de mycélium dans la tige. Dans d'autres, on coupa les feuilles envahies quand

elles étaient flétries, et l'on conserva les plantes pendant l'hiver : point de Puccinie l'été suivant. D'un autre côté, on rencontre souvent le *Cirsium arvense* entièrement envahi et déformé par le mycélium de la même Puccinie, celle-ci y portant des spores, des stylospores et des spermogonies. Il est peu douteux que le mycélium n'y doive son origine à des organes reproducteurs différents des stylospores-*Uredo*.

En examinant les Urédinées spontanées, dont le mycélium fertile envahit tous les organes périphériques, surtout les feuilles, de la plante hospitalière, on en trouvera sans doute qui ont la végétation de l'*Uromyces appendiculatus*, c'est-à-dire dont le mycélium est confiné dans un endroit limité, se reproduisant, dans les organes nouvellement formés, par le moyen des stylospores. Il en est ainsi, par exemple, de l'*Uredo* des Saules (*Melampsora salicina* Tul.) ; du moins, je n'ai pu découvrir le mycélium de ce parasite dans le tissu des tiges dont les feuilles étaient couvertes d'*Uredo*. Le 21 juillet, j'ai recueilli, dans un endroit humide sur les bords d'une rivière, une quantité de pieds de l'année de *Salix cinerea* et *S. viminalis* qui portaient l'*Uredo* mentionné sur toutes les feuilles, et même quelquefois sur la tige. Une douzaine en fut plantée dans des pots à fleurs, et fut arrosée seulement par les racines. Les plantes continuèrent très-bien à végéter ; elles poussèrent de belles feuilles nouvelles, dont aucune ne contenait le parasite. Ce résultat est donc conforme à ceux qui ont été obtenus sur l'*Uromyces Fabæ*.

Cependant il est certain que beaucoup d'Urédinées répandent leur mycélium dans toute la tige de la pousse ou du pied qu'elles envahissent, et que le mycélium, demeurant ordinairement stérile dans les tiges, émet ses rameaux dans les feuilles et dans les autres organes appendiculaires pour y produire des fruits. M. Tulasne a récemment (1) signalé ce fait pour les *Æcidium Euphorbiæ sylvaticæ* DC., *Æc. Cyparissicæ* DC., *Puccinia Anemones* P., *P. Adoxæ* DC., *Uromyces scutellatus* Lév., et je l'ai trouvé moi-même sur l'*Æc. Tragopogonis*, l'*Endophyllum Sempervivi* men-

(1) *Selecta Fungorum carpologia*, I, p. 464.

tionnés ci-dessus; sur l'*Æc. Cyparissiae*, l'*Uromyces scutellatus*, le *P. Anemones*, l'*Æc. leucospermum* DC. et le *Peridermium elatinum* Fr.

Dans les pieds d'*Euphorbia Cyparissias*, par exemple, envahis d'*Æcidium*, on trouve les bourgeons du rhizome, lesquels ont à peine une longueur de 2 à 3 millimètres, entièrement envahis de mycélium. Ses filaments sont composés de cellules assez courtes, munis de nombreux rameaux fasciculés, et répandus partout dans le jeune tissu, pénétrant jusque dans le *punctum vegetationis*, et émettant des branches dans les feuilles récemment formées. A mesure que le bourgeon croît et s'allonge, les articles des filaments augmentent de longueur. Ceux qui sont enfermés dans la tige cessent bientôt de se ramifier, et demeurent stériles; les filaments contenus dans les feuilles offrent la ramification vigoureuse et produisent le fruit connu de l'espèce.

Dans des plantes bisannuelles ou vivaces, ce mycélium, répandu dans tous les organes, est également vivace; il dure dans le tissu de la tige ou du rhizome, et émet ses rameaux fertiles dans les organes annuels qui naissent de ceux-là. Ce fait a été également signalé par M. Tulasne (*loc. cit.*) pour les espèces nommées ci-dessus; il en est de même pour l'*Æcidium Tragopogonis*, l'*Endophyllum Sempervivi*, le *Peridermium Elatinum*.

Cette dernière espèce est peut-être la plus instructive de toutes pour mettre en évidence la végétation du mycélium vivace. On sait que ce parasite occupe les rameaux déformés du Sapin (*Abies pectinata*), connus sous le nom de *balais des sorcières*. Ceux-ci naissent des branches normales, et s'y élèvent perpendiculairement, imitant par leur direction et par leur ramification un arbrisseau implanté sur le rameau supporteur. Les feuilles de ces balais sont beaucoup plus petites que les feuilles normales du Sapin, d'un vert jaunâtre, vagues au lieu d'être dirigées en deux séries, et caduques au lieu de persister pendant plusieurs années. La ramification des balais peut être comparée à celle d'un petit individu de Sapin. Le premier état des balais que j'ai trouvé est représenté par de jeunes pousses terminales ou axillaires, dont les feuilles offrent les caractères indiqués, et dont le sommet est dirigé en

haut. Ces pousses naissent sur des rameaux âgés d'un à quatre ans. L'écorce de ceux-ci est toujours renflée au point qui porte le jeune balai. J'ai trouvé ce renflement sous de jeunes pousses axillaires qui avaient à peine la longueur d'un centimètre; on admettra donc que le renflement précède le développement de la pousse déformée. Examinées au microscope, les parties renflées montrent leur parenchyme cortical hypertrophié, le nombre de ses cellules anormalement augmenté, et les canaux intercellulaires parcourus par un mycélium d'Urédinée très-développé. Celui-ci s'étend dans la jeune pousse, ou parcourt le parenchyme entier, et émet des rameaux dans les feuilles pour y développer les spermogonies et les stylospores. A la fin de l'été les feuilles tombent, le mycélium reste dans le parenchyme de l'écorce, et, le printemps suivant, on peut voir ses rameaux monter dans les pousses nouvelles du rameau de Sapin envahi. Ce même procédé se répète chaque année; du reste, le balai s'accroît pour obtenir la forme indiquée ci-dessus. Son écorce et son corps ligneux sont généralement plus ou moins hypertrophiés. Au bout de plusieurs années il périt. Le balai de sorcières le plus âgé que j'aie rencontré a seize ans; il a une hauteur d'environ 6 à 7 décimètres, le corps ligneux de son tronc offre seize couches ligneuses à la partie inférieure, et a 6 centimètres et demi de diamètre.

On obtient des résultats semblables en observant les autres plantes habitées par les Urédinées vivaces. En voici quelques exemples.

Les rhizomes des *Anemone nemorosa*, dont les feuilles portent les fruits de *Puccinia Anemones*, montrent au microscope le mycélium du parasite contenu dans le parenchyme qui entoure les faisceaux vasculaires. En mai 1861, une quantité d'Anémones qui portaient la Puccinie furent recueillies; on coupa les feuilles et l'on planta les rhizomes dans des pots à fleurs. En avril 1862, il s'en était développé vingt-cinq feuilles dont dix-neuf portaient le fruit de la Puccinie. Des six feuilles saines, quatre provenaient d'un rhizome qui n'en portait pas de malades; une autre était la seule qu'eût produite un des rhizomes; la sixième sortait d'une petite branche latérale d'un rhizome dont le sommet portait deux feuilles couvertes de *Puccinia*.

Quant à l'*Æcidium Cyparissiae*, je n'ai pas pu distinguer son mycélium dans le rhizome hospitalier, parce que les cellules de celui-ci sont entièrement remplies d'amidon. Cependant il vient d'être dit que le mycélium abonde dans les jeunes tiges poussées par le rhizome, quand ils ont à peine 2 millimètres de longueur. Quand on plante dans un pot à fleurs un pied d'*Euphorbia Cyparissias*, dont les feuilles montrent le parasite, après avoir coupé les tiges envahies, on trouvera les nouvelles tiges qui viennent dans la première et dans la seconde année occupées pour la plupart par le parasite.

Qu'il me soit permis d'insérer ici quelques observations sur un parasite qui appartient aux Ustilaginées, mais dont le mycélium végète d'une manière très-conforme à celle des Urédinées dont il est question. Le *Sorisorium Saponariae* fructifie dans les fleurs du *Saponaria officinalis*; son appareil reproducteur y recouvre la face intérieure du calice renflé et la surface de tous les organes que celui-ci renferme. L'appareil reproducteur n'est jamais contenu dans le tissu de la fleur, il se trouve sur l'épiderme, et a par conséquent une apparence plutôt épiphyte qu'endophyte. Néanmoins le parasite habite le tissu de la plante hospitalière. Quand on examine de jeunes boutons dans lesquels il commence à fructifier, on découvre facilement les filaments assez épais du mycélium contenus dans le parenchyme du réceptacle et de tous les organes de la fleur, et on les voit perforer l'épiderme de ces organes pour parvenir à la surface et y engendrer leur fruit. Il est facile de poursuivre le mycélium du parasite dans les tiges et les rhizomes, de le voir monter dans tous les rameaux, dans tous les pédoncules et dans toutes les fleurs du pied qu'il a envahi. Pour constater que le mycélium est vivace, je coupai, en septembre 1860, la partie inférieure d'une tige de *Saponaria* qui renfermait le mycélium, et je la plantai dans un pot à fleurs. Elle s'enracina bien, et, le 24 avril 1861, elle avait produit deux pousses feuillues sortant du nœud inférieur. L'une des deux fut examinée au microscope, et le mycélium du parasite se montra très-clairement dans son parenchyme. L'autre resta en culture : en septembre elle avait atteint la hauteur normale, et avait développé

une inflorescence dont toutes les fleurs étaient envahies par le parasite.

Le mycélium répandu dans une tige, dans un rhizome, etc., épargne quelquefois un ou plusieurs organes nés de ceux-là. Il peut même cesser de végéter, tandis que la plante hôte continue de croître. Celle-ci peut donc produire des organes intacts, plus ou moins nombreux, mêlés à ceux que le parasite a envahis; il peut aussi arriver que toutes ses pousses soient intactes, tandis que celles de l'année précédente étaient envahies par l'endophyte. Les résultats obtenus sur l'*Anemone nemorosa* et sa Puccinie offrent des exemples de ces deux cas, et on peut observer assez fréquemment le premier sur d'autres parasites, surtout sur l'*Æcidium Cyparissiae*. D'après ce qui a été dit sur la végétation du mycélium, ces phénomènes n'ont plus besoin d'explication spéciale.

Les filaments du mycélium qui persistent dans les parties vivaces de la plante hôte diffèrent souvent de ceux qui envahissent les organes annuels par leur diamètre plus grand et leur membrane plus épaisse. Cependant ces différences sont loin d'être constantes. Dans le *Peridermium elatinum* je n'ai trouvé les filaments vivaces que dans les méats intercellulaires du parenchyme hôte. Dans les autres espèces que j'ai examinées, surtout dans le *Puccinia Anemones*, l'*Endophyllum Sempervivi*, l'*Æcidium Tragopogonis* et le *Sorisorium Saponariae*, il y a des filaments intercellulaires ténus dont des rameaux nombreux perforent les parois des cellules hôtes, et poussent dans la cavité de celles-ci des faisceaux de ramules plus épais que les filaments intercellulaires. Ces rameaux sont généralement contournés irrégulièrement et entrelacés en petits glomérules de forme variée, qui ressemblent parfois à de très-petits *Sclerotium*. On trouve ces glomérules très-facilement, tandis que, dans des tissus compacts, il est souvent difficile de voir les filaments dont ils tirent leur origine.

10. La végétation des Urédinées est, comme on sait, souvent jointe à des maladies de la plante hôte. Je dis souvent, et non pas toujours, car il y a parmi ces Champignons des parasites

bien innocents qui semblent peu troubler la santé de leur hôte, et dont les fruits sont souvent les seuls signes de maladie qu'on puisse trouver sur ce dernier. Les plantes habitées par les *Uromyces* des Légumineuses, par le *Puccinia graminis* par exemple, paraissent ordinairement saines; elles portent des fleurs et des fruits en quantité et de qualité normales quand la végétation du parasite n'est pas exagérée d'une manière extraordinaire.

Quant à cette végétation, elle me paraît déterminée, outre l'influence spécifique de la plante hôtalière, par des conditions très-analogues à celles qui ont été indiquées pour les *Peronospora*. J'ai surtout fait une série d'expériences sur l'*Uromyces appendiculatus* de la Fève, et les résultats que j'en ai obtenus sont d'accord avec des observations isolées faites sur d'autres espèces, et, pour la plupart, connues depuis longtemps. Quand on exagère l'humidité des milieux qui entourent la plante hôtalière, en l'arrosant fortement et en la plaçant dans une atmosphère humide, la végétation du parasite et la production de ses touffes fertiles sont accélérées et augmentées très-visiblement. La lumière exerce d'ailleurs une influence très-prononcée sur l'*Uromyces appendiculatus*. Les touffes urédinifères de ce parasite se trouvent sur les deux faces des feuilles de la Fève, mais, contrairement à ce qui arrive dans la plupart des Urédinées, leur première apparition a ordinairement lieu à la face supérieure de ces feuilles. Des observations fortuites ayant rendu probable que ce phénomène pourrait être déterminé par l'influence de la lumière, je semai des stylospores-*Uredo* sur la face inférieure d'une quantité de feuilles de *Faba* dont les unes recevaient la lumière sur la face inférieure, les autres sur la face supérieure.

Au bout de dix jours, les fruits du parasite se montrèrent; les feuilles qui avaient reçu la lumière sur la face inférieure y furent bientôt couvertes de pustules d'*Uredo*, tandis qu'il n'y avait aucune trace de ces pustules à la face supérieure; ce ne fut que bien plus tard que des pustules isolées firent apparition sur celle-ci. Dans les autres feuilles, les premières pustules se montrèrent ou à la face supérieure ou simultanément sur les deux faces.

La plupart des Urédinées produisent leurs fruits principalement

à la face inférieure des feuilles; on doit donc supposer qu'elles fuient la lumière. Je regrette qu'il ne m'ait pas été donné jusqu'ici de faire des expériences sur ce sujet.

Une quantité d'Urédinées, comme l'*Æcidium Cyparissiae*, le *Peridermium Elatinum* et beaucoup d'autres, habitent des plantes plus ou moins déformées, décolorées et évidemment malades. L'observation exacte ne rend cependant pas même vraisemblable que la production ou le développement de ces parasites soit déterminé par un état maladif de la plante hospitalière. Suivant tout ce qui précède, je ne crois donc pas devoir discuter la question de savoir si les Urédinées sont les produits ou les causes des maladies de leurs hôtes, car dans une telle discussion je ne pourrais que répéter les faits déjà connus relativement aux Urédinées et les réflexions avancées à l'occasion des *Peronospora* et des *Cystopus*.

V

Je me suis occupé dans ce mémoire d'un nombre relativement petit de Champignons endophytes. Je pourrais y ajouter une nouvelle série d'observations sur les Ustilaginées, observations qui cependant ne font que confirmer ce qu'on sait par les travaux de MM. Tulasne et F. Kühn. Ce sont surtout les belles observations que ce dernier auteur a publiées sur la pénétration et la végétation du *Tilletia Caries* Tul. que j'ai pu répéter avec succès, et j'ai obtenu les mêmes résultats que lui sur le développement des filaments intracellulaires de l'*Ustilago Maidis*, qui, selon M. Unger, seraient engendrés par le contenu même des cellules malades, tandis qu'il est évident qu'ils naissent de filaments très-déliçats qui perforent les parois des cellules.

Quelque petit que soit le nombre des cas qu'il m'a été permis d'étudier, ils ont fourni à l'observation directe presque tous les modes imaginables de la pénétration et de la végétation des endophytes, tandis qu'ils n'ont jamais montré que l'endophyte naisse autrement qu'à l'aide des germes qui proviennent d'un individu de la même espèce. Parmi les milliers d'endophytes que l'on connaît aujourd'hui, il n'y en a pas un seul qui soit dépourvu de my-

célium et d'organes reproducteurs analogues à ceux des Urédinées, des Ustilaginées et des Péronosporées. Tout au contraire, la plupart des Champignons en question offrent une organisation beaucoup plus parfaite et plus compliquée que ces trois familles. Les résultats obtenus sur celles-ci pourront donc être appliqués aux endophytes en général, et l'on peut répondre aux questions proposées au commencement de ce travail par le résumé suivant.

Les endophytes ne naissent point de la substance altérée des plantes malades. Ils doivent leur origine à des germes qui pénètrent dans les plantes saines et qui y développent les tubes ou les filaments du mycélium. Celui-ci se répand dans la plante envahie entière ou se confine dans des points limités. Il produit, selon l'espèce, des fruits, tantôt situés indifféremment sur un point quelconque de la plante nourricière, tantôt confinés dans certains organes de celle-ci. Il atteint ces organes en montant à travers les tissus de son hôte quand il y est entré par un point éloigné de celui où il fructifie. Chaque espèce de parasite a sa manière propre de végéter dans la plante hospitalière; chaque sorte de germes a son mode particulier pour pénétrer dans le tissu et choisir le point de pénétration. Il y a de nombreuses espèces dont la pénétration et la végétation se font d'une manière analogue, tandis que d'autres espèces, très-voisines quant à leur organisation, diffèrent considérablement sous ce rapport. Chaque espèce de parasite n'attaque que certaines espèces hospitalières; elle épargne les autres et fait un choix très-rigoureux. Il est même probable que, dans certaines Urédinées à fruit multiple et à générations alternantes, chaque sorte d'organes reproducteurs enfonce ses germes dans une espèce hospitalière différente. Les expériences prouvent rigoureusement que la végétation du parasite détermine à elle seule les maladies de la plante hospitalière auxquelles se lie l'apparition de ce parasite. Il n'y a point lieu d'admettre qu'une prédisposition malade individuelle de l'hôte détermine ou favorise l'invasion du parasite. Tout au contraire, plus une plante est saine, plus le parasite y prospère, pourvu qu'il y trouve les conditions extérieures favorables à sa végétation. Toutes les maladies en question sont contagieuses, et la contagion a lieu par le moyen des germes

nombreux des parasites, pourvu que les conditions extérieures soient favorables. Ces conditions sont différentes selon l'espèce, et c'est parce qu'on a négligé de les étudier qu'on a parfois obtenu des résultats qui semblaient contredire la contagion. Les observations qui ont paru à quelques auteurs prouver une prédisposition individuelle de certaines plantes à l'invasion d'un parasite ou à une maladie à laquelle celui-ci devrait son origine, ont été faites sur des plantes vivaces que le parasite habite d'une manière continue. Elles sont expliquées par le fait que le mycélium renfermé dans ces plantes est vivace lui-même.

Enfin il y a des endophytes qui sont peu nuisibles aux plantes qu'ils habitent. Il y en a surtout qui pénètrent dans les cellules sans en altérer immédiatement la membrane, le nucléus et le contenu. Le point de leur pénétration disparaît facilement à l'observation, et l'apparence qu'ils offrent a donné lieu à l'opinion erronée que des Champignons pouvaient naître à l'intérieur de cellules intactes, se formant directement du contenu même de ces cellules.

ESSAI D'UN SYNOPSIS DES PÉRONOSPORÉES.

Les recherches exposées dans le mémoire qui précède ont exigé l'examen attentif d'une certaine quantité de Champignons endophytes, et, par conséquent, ont dû fournir des renseignements pour la définition et la coordination des genres et des espèces.

Les nouveaux points de vue acquis pour les Urédinées indiquent, sans doute, qu'une révision totale de cette famille sera indispensable ; mais les espèces dont la biologie est entièrement connue sont encore trop peu nombreuses pour que cette révision puisse être entreprise dès à présent.

Les données acquises pour les *Peronospora* et les *Cystopus* sont, au contraire, en assez grand nombre pour démontrer la nécessité d'une revue descriptive et la rendre praticable. C'est ce qui m'a déterminé à réunir, dans l'essai qui va suivre, les matériaux qu'il m'a été donné de recueillir.

La réunion des genres *Cystopus* et *Peronospora* dans une fa-

mille naturelle et les caractères que je propose pour les distinguer sont, ce me semble, suffisamment motivés dans le mémoire qui précède. Quant aux espèces, la plupart y ont été examinées dans leur organisation entière, et y offrent des caractères distinctifs très-marqués et très-constants. Suivant les maximes généralement adoptées dans la botanique descriptive, elles doivent par conséquent être prises pour des espèces bien fondées.

Il y en a d'autres dont la distinction est difficile ou douteuse, soit par la grande ressemblance qu'elles offrent entre elles, soit parce qu'il n'a pas encore été possible d'en observer tous les organes essentiels pour caractériser une espèce. Ces formes douteuses, il est vrai, exigent des recherches ultérieures, et il y en a surtout dont le droit d'espèce devra être décidé par des cultures bien dirigées. Cependant, pour les ranger à un moment donné, il y a, ce me semble, des maximes établies par des faits bien connus. Toute forme incomplètement observée, et dont les organes connus dès à présent sont conformes à ceux d'une espèce bien fondée, devra être réunie à celle-ci, quand les plantes hospitalières de toutes les deux appartiennent au même genre ou à la même famille naturelle. Quand, au contraire, des formes semblables habitent des hôtes qui ont peu d'affinité naturelle entre eux, elles devront être prises pour des espèces différentes, à moins que leur réunion ne soit exigée ou par leurs caractères organographiques, ou par le résultat des cultures.

Pour motiver ces maximes, je n'ai qu'à renvoyer le lecteur aux résultats exposés dans le mémoire qui précède. Dans l'essai qui va suivre, je tâcherai d'en faire l'application.

Ici je ferai remarquer encore que cet essai a été terminé onze mois après mon mémoire sur le développement des Champignons parasites, et qu'on y trouve par conséquent quelques additions aux faits exposés dans ce mémoire, et une nomenclature un peu différente et plus conforme aux droits de priorité.

PERONOSPOREI.

Mycelii endophyti tubi liberi ramosissimi, septis plerumque

destituti, achroi, parenchymatis hospitalis meatus intercellulares occupantes et haustoria sæpe in cellularum ipsarum penetralia intrudentes.

Organa reproductiva duplicis generis :

1° Conidia, cellulæ simplices, sexu carentes, in ramis mycelii propriis (ramis v. stipitibus conidiophoris) plerumque septis omnino carentibus (forte tantum septatis), e plantæ nutricis epidermide emergentibus aut erumpentibus terminales, maturitate deciduæ; aut sporarum vicem gerentes, id est germinando tubum simplicem, mycelii novi primordium, protrudentes, aut zoosporas gignentes.

2° Organa sexualia : Oogonia in mycelii ramis orta, semperque in plantæ hospitæ parenchymate inclusa, terminalia v. interstitialia, subglobosa, fecundatione peracta oosporas solitarias generantia. Antheridia cellulas simplices sistentia, in ramulis mycelii terminales v. interstitiales, irregulariter oblongas, obovatas, clavatas, solitarias, oogoniis arcte adpressas tubumque angustum oogonii membranam perforantem oosporæ primordium fecundantem emittentes. Antherozoidia nulla. Oosporæ maturæ protoplasma granulorum continentes, endosporio crasso hyalino, episporio valido plus minus fucato sæpe angulato cristato reticulato verrucoso tuberculato, rarius lævi, munitæ, germinando sporas numerosas agiles (an semper?) gignentes.

Fungilli parasi, in plantis vivis annui v. perennes, plantæ nutricis partes virides destruentes, ibique rarius in organis non viridibus, fructus ferentes; frequentissimi in plantis herbaceis, tam annuis quam perennibus, in fruticosis rarissimi, in arboribus vix observati. Species hucusque cognitæ omnes fere in Europæ regionibus temperatis proveniunt. Una verisimiliter in America australi aut centrali indigena et in Europam translata, agros nostros nunc infestat. Una in Europa et Carolina australi, una in Europa et insulis Falkland hucusque lecta. Tropicæ species nondum innotuerunt tamen Cystopode quodam in Malpighiaceis invento, deficere non videntur.

Familia valde naturalis, hinc arctissime *Saprolegnieis* Pringsh. illinc fungis cæteris aerobiis affinis.

PERONOSPORA.

1. *Peronospora* Corda (*Icon. Fung.*, I. p. 20). *Botrytidis* spec. auctorum plurim. *Mucoris* spec. Sowerby. *Bremia* Regel, *Bot. Zeit.*, 1843. *Actinobotrys* H. Hoffm., *ibid.*, 1856, 154. *Monosporium* Bonorden, *Allg. Mycol.*, p. 95.

Stipites conidiophori solitarii v. fasciculati e plantæ nutriticis stomatibus v. epidermidis cellulis perforatis egredientes, cylindrici, ramosi, et conidia solitaria in ramorum apicibus attenuatis gerentes.

SECTION I. — ZOOSPORIPARÆ. Conidia candida, apice papillata, germinando zoosporas plures, protoplasmatis partitione ortas e papilla emittentia.

1. *P. infestans* Mont. *Botrytis inf.* Montagne, *l'Institut*, 1845, p. 313. *Bull. Soc. phil.*, 30 août 1845. *Sylloge*, p. 302. *B. devastatrix* Lib. sec. Duchartre, *Rev. Bot.* I, 151. *B. fallax*, Desm., *Crypt. de France*, édit. 1492. *B. Solani* Harting, *Mala-dies des pommes de terre*, Amsterd., 1846, et *Ann. sc. nat.*, VI, 1846. *Peronospora trifurcata* Unger, *Bot. Zeit.*, DC., 1847, p. 314. *P. Fintelmannii* Caspary, *Verhandl. d. Vereins z. Bef. d. Gartenb. Preuss.*, 1852, p. 327. *P. infestans*, Caspary, 1852, in Rabenh., *Herb. mycol.*, n° 1879. *P. devastatrix* Caspary, *Monatsber. d. Berlin. Acad.* Mai 1855.

Exsicc. Desmazières, l. c. Rabenhorst, *Herb. mycol.*, edit. 1, n° 1879, edit. 2, n° 174. Fuckel, *Fungi rhenani*, n° 37.

Mycelii tubi graciles, haustoriis semper fere destituti. Stipites conidiophori tenues, sursum sensim attenuati, sub apice conidifero semel v. pluries vesiculoso-inflati, superne ramos 4-5 sparsos stipitis primarii apici conformes patentisque gerentes. Rami aut simplices aut rarius ramulo brevi muniti (stipes primarius rarissime omnino simplex occurrit).

Conidia ellipsoidea v. ovoidea, apice papilla prominente munita. (Tab. nostra V, VI.)

Oosporæ ignotæ. *Artotrogum hydnocarpum* Mont. (vide ejus Syllogen, p. 304), inter meatus cellulares tuberculi *Solani tuberosi* germinatione absoluta lectum, cell. Berkeley, Caspary, aliique auctores oosporas *Pero-nosporæ infestantis* sistere suspicantur. Fructus Artotrogi, secundum icones a cl. Montagne cum Berkeleyo (vide *Journ. Hort. Soc. Lond.* vol. I, p. 33, pl. 4, p. 27-29) et mecum benevole communicati, *Pero-nosporæ* oosporiis similes sunt. Dubia autem illa suspicio mihi videtur, quia cl. Montagne in litteris me docuit *Artotrogum* suum etiam in *Brassicæ Napi* radicibus provenire.

Habitat præsertim in *Solano tuberoso*. Mycelium in tuberibus perennat, omnes partes herbaceas invadit totamque plantam destruit. Stipites conidiophori præsertim e foliorum pagina inferiore emergunt, cæspites latos, albos ibi sistentes. Provenit etiam in *Solano utili-tuberoso* Kl., *S. utili* Kl., *S. etuberoso* Lindl., *stolonifero* Schl. (Tulasne, *Comptes rendus*, 26 juin 1854), *S. verrucoso* Schl. (A. De Candolle, *Géogr. bot.*, 815), *S. Maglia* Mol., *S. demisso* et *S. cardiophyllo* Lindl. (secund. Lindley, in *Journ. Hort. Soc. London*, III, p. 65), *Sol. laciniato* (Caspary, l. c.), *Sol. Lycopersico* L. (Payen, Tulasne, alii), *Sol. Dulcamara* (Berkeley, *Ann. Magaz. nat. hist.*, 2^e ser., vol. VII), in *Anthocercis viscosæ* foliis (Berkeley, *ibid.*). In America australi v. centrali, *Sol. tuberosi* et affinium patria, indigena esse videtur.

2. *P. nivea* Unger. *Botrytis nivea* Unger, *Exanth.*, p. 171, tab. II, 14 (sine dubio!). *Botr. macrospora* Unger, *Exanth.* Berkeley, *Ann. Magaz. nat. hist.*, ser. 2^e, vol. VII (?). *P. nivea* Ung., *Bot. Zeit.*, 1847, p. 314 ex parte. *P. macrospora* Ung. *ibid.* (?). *P. macrocarpa* Rabenh., *Herb. mycol.*, edit. I, n° 1172. *P. Conii* Tul., *Comptes rendus*, l. c. *P. Umbelliferarum* Caspary, *Berl. Acad. Monatsber.*, l. c.

Æsicc. Rabenhorst, *Herb. mycol.*, edit. I, 1172, edit. II, n° 169, 170. *Fungi europ.*, n° 376. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 27.

Mycelii tubi validi, sæpe torulosi. Haustoria numerosa, vesiculiformia, obovata. Stipites conidiiferi fasciculati, humiles, in apicem désinentes aut simplicem subulatum, aut semel bisve breviter bifurcatum, rarissime trifurcatum; sub apice ramis 1-3-4 muniti, horizontaliter patentibus, semel, bis, terve bi- (rarius tri-) furcatis. Rami primi ordinis plerumque brevissimi, rarius elongati, ultimi

e basi lata subulati, patentés, recti, raro subflexuosi. Conidia subgloboſo-ovoidea, magnitudine valde inæqualia, apice papilla obtuſiſſima vix prominente munita.

Oogonia irregulariter subgloboſa, membrana hyalina v. pallide fuscſcente rigidiuſcula; oſporæ majuſculæ, globoſæ, epſporio tenui pellucido pallide luteo-faſco lævi v. ſubrugoso munitæ. (Tab. noſtr. IV.)

Hab. in Umbelliferis variis: In foliis *Ægopodii Podagrariæ*, *Angelicæ ſylveſtris*, *Anthrisci ſylveſtris*, *Anthr. Cerefolii*, *Petroselinii ſativi*, in foliis, caulibus et pericarpis *Mei athamanthici* ipſe legi (vide etiam Caſpary l. c.). In *Pimpinella Aniſo* Berolini culta (Herb. et Braun!), in *Conio maculato* (Tulaſne, Rabenh., *Herb. myc.*) provenit. Peronoſporas quas Berkeley in *Pastinaca ſativa* et Unger in *Pimpinella ſaxifraga* legerunt huc pertinere vix dubium eſt.

Magnitudine et ramificatione sæpe variat.

3. *P. puſilla* (*Botr. nivea*) Unger, *Exanth.*, p. 172 ex parte. *Peronoſpora nivea* Ung., *Bot. Zeit.*, l. c., ex parte (?), *Peronoſp. pygmæa* Fuckel, *Enum. Fungor. Nassauniæ*, n° 180, *Fungi rhœnani*, n° 26. (Nomen Fuckelianum aptiſſimum quidem eſt, ſed ad n° 4 pertinet, ideoque hic mutandum eſt.)

Mycelii tubi validi, sæpe varicoſi et toruloſi; hauſtoria numeroſa, veſiculiformia, obovata. Stipites conidiferi numeroſiſſimi, plerumque denſi; vicieni in faſciculum coaliti e ſtomatibus emergentes, ſinguli breves ($\frac{1}{15}$ - $\frac{1}{10}$ millim. altit.), ſummo apice ſemel biſve dichotomi, raro trichotomi, sæpius pseudo-trichotomi, ramo primario altero bifurco altero ſimplici. Rami omnes breviſſimi ($\frac{1}{100}$ - $\frac{1}{90}$ millim. altit.), erecto-patentes; ſecundarii rariſſime iterum bifurcati; ultimi ſurſum attenuati, conidiis delapſis truncati. Conidia ovoidea v. obovoidea, valde inæqualia, quandoque gigantea (ad $\frac{1}{25}$ millim. longa), apice papillata (aqua affuſa *Peronoſp. nivæ* more zoſporas gignentia).

Oogonia ignota.

In *Geranio pratensi* legit cl. Fuckel, in *Ger. ſylvatico* (*Sylvæ nigræ*) ipſe legi, et cl. Unger jam anno 1833 eam legiſſe videtur. Stipites conidiferi in maculis foliorum e pagina inferioris ſtomatibus emergunt ibique cæſpites denſiſſimos niveos conſtituunt.

SECTION II. — PLASMATOPARÆ. Conidia candida, apice papillata, germinando protoplasma integrum e papilla aperta emittentia, quod liberatum mutatur in cellulam globosam, tubum crassum arcuatum mox protrudentem.

4. *P. pygmæa* Unger, *Botrytis pygmæa* Ung., *Ewanth.*, p. 172 (sine dubio!), *P. pygmæa* Ung. *Bot. Zeit.*, l. c., tab. VI, fig. 8 (mala), *P. macrocarpa* Corda, c. V, 52, tab. II, f. 21. Unger, l. c., *P. Hepaticæ* Caspary, l. c.

Exs. Rabenh. *Fung. europ.*, n° 373 et 374. *Herb. mycol.*, edit. I, n° 1972. Fuckel, *Fung. rhenan.*, n° 2.

Mycelii tubi crassi, sæpe constricti et varicosi; haustoria minuta, obovata v. pyriformia. Stipites conidiophori fasciculati (2-5 et plures), singuli sursum latiores, apice aut in ramulos 2-4 simplices breves conidiferos divisi, aut breviter bis dichotomi, cæterum omnino simplices, aut sub apice diviso ramos 1-4 breves, horizontaliter patentes, semel, bis, terve dichotomos gerentes. Ramuli ultimi cylindrico-conici, conidiis delapsis subtruncati.

Conidia ovoidea v. ellipsoidea, variæ magnitudinis, apice lata et obtuse papillata. (Tab. nostra VII, fig. 10-15.) Oosporæ globosæ, maturæ oogonii membranam tenuem pallide luteo-fuscam pellucidam omnino fere explentes, episporio tenui diaphano pallide luteo-fusco lævi v. subrugoso, endosporio crasso nitido munitæ.

Variat :

α. vulgaris. Stipites conidiferi breves, præter divisiones apicales simplices.

β elongata. Stipites elatiores, sub apice diviso ramos 1-4 gerentes.

Habitat utraque varietas in foliis *Anemones nemorosæ*, *ranunculoidis*, *Hepaticæ*. Stipites conidiophori in pagina fol. infer. cæspites præbent laxos, humiles, candidos. *P. Hepaticæ* Casp. ne varietas quidem distincta mihi videtur.

5. *P. densa* Rabenh., *Herb. mycol.*, edit. 1, n° 1572; Caspary, l. c. *P. nivea* Unger., *Bot. Zeit.*, l. c., ex parte?

Exsicc. Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 1, l. c., ed. 2, n° 173. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 34.

Mycelii tubi crassi, sæpe varicosi, haustoria vesiculiformia obovata. Stipites conidiferi dense fasciculati, cylindrici, recti curvative, in apicem excurrentes simplicem subulatum aut breviter semel, bis, raro ter dichotomum, rarissime trifurcatum, cæterum simplices aut sub apice ramos gerentes 1-2-3 horizontaliter patentes, alternos v. suboppositos, similiter ac stipes primarius divisos. Conidia parva, inæqualia, plerumque late ovoidea v. ellipsoidea, v. subglobosa, apice papillam obtusissimam gerentia.

Oogonia globosa, extus lævia aut verrucis obtusis munita; membrana rigida, diaphana, achroa v. dilute luteo-fusca, e stratis duobus composita, externo tenui, interno valde crasso hinc poro tubum sæcundantem recipientem perforato. Oosporæ globosæ, oogonia plerumque pro maxima parte explentes, episporio munitæ tenui lævi v. subrugoso lutescente diaphano. (Tab. nostr. VII, fig. 1-9.)

Varietates α (*vulgaris* A. B.) *elongata*, *P. pygmæa* varietatibus exacte respondentibus distingui possunt.

Habitat *Rhinanthum minorem*, *Alectorolophum (majorem?)* ibique in foliis, bracteis calycibusque fructificat. Stipites conidiferi in pagina inferiore in cæspites densissimos niveos stipati.

Num. *P. nivea* ab Unger l. c. in *Euphrasia officinali* lecta ad speciem nostram pertineat inquirendum est.

SECTION III. — ACROBLASTÆ. Conidia candida apice papillata, germinando tubum e papilla terminali protrudentia.

6. *P. gangliiformis* Berk. *Botrytis ganglioniformis* (1). Berkeley, *Journ. Hort. Soc. Lond.*, I, p. 51, tab. 4. *Ann. Magaz. nat. hist.*, ser. 2, vol. VII, 100. *Peronospora gangl.* Tul., l. c. *Botrytis parasitica* var. *Lactucæ* Berk., *Brit. Fung.*, n° 331. *Botr. Lactucæ* Ung., *Bot. Zeit.*, l. c. *Botr. geminata* Ung., l. c. *Botr. sonchicola* Schlechtend., *Bot. Zeit.*, 1852, 620. *Bremia*

(1) *Ganglioniformis* perverse formatum est; nam τὸ γάγγλιον, τοῦ γάγγλιου, aptius *gangliophora* diceretur,

Lactucæ Regel., *Bot. Zeit.*, 1843, 665, tab. III. *Actinobotrys Tulasnei* Hoffm., *Bot. Zeit.*, 1856, 154. *Peronospora nivea* Unger ex parte (*Bot. Zeit.*, 1847, 313).

Exs. Rabenh., *Herb. mcol.*, edit. I, n° 1775, edit. II, n° 168, 326. *Fung. europ.*, n° 290. Fuckel, *Fung. rhenan.*, n° 33.

Mycelii tubi validi, nonnunquam torulosi; haustoria vesiculiformia obovata v. clavata. Stipites conidiophori 2-6-ies dichotomi, nonnunquam trichotomi, stipite et ramis primariis gracilibus, superne dilatatis v. inflatis. Dichotomiæ ultimæ apice inflatæ in vesiculam tympaniformem, v. turbinatam v. subglobosam, e margine et facie superiore processus 2-8 conico-subulatos vesiculæ diametro plerumque breviores conidia singula ferentes emittentem. (Rarissime rami terminales apice simpliciter subulati et conidium ferentes; vesicula terminalis quandoque bifurcata.) Conidia minuta subglobosa, apice papillam latam depressam gerentia. (Tab. nostr. VIII, fig. 1-3.)

Oogonia conglomerata, membrana tenui hyalina marcescente munita, oosporas minutas globosas episporio tenui luteo-fusco pellucido subrugoso præditas foventia.

Hab. in partibus viridibus Compositarum : frequens in *Senecione vulgaris* in quo solo oosporas legi; in *Cirsio arvensi*, *Soncho oleraceo*, *Lampsana communi*, *Lactuca sativa*, *Cichorio Endivia*; legi etiam in *Lactuca palmata* W., *pseudovirosa* Sz., *japonica*, *altissima* MB., *augustana* All., *elongata* All., in Horto Friburgensi cultis. Stipites conidiferi plerumque singuli e stomatibus emergentes cæspites latos niveos constituunt.

SECTION IV. — PLEUROBLASTÆ. Conidia non papillata, membrana circumcirca æquali hyalina aut violascente prædita, germinando tubum simplicem et aliquo superficiei puncto, plerumque ex latere, protrudentia.

§ A. (1). PARASITICÆ. Oogonii membrana incrassata, rigida (nec marcescens). Oosporæ episporium læve, tenue.

(1) Divisiones sequentes pro parte artificiales atque observationibus continuatis emendandæ sunt.

7. *P. parasitica* Pers. *Botrytis parasitica* Pers., *Obs.*, I, p. 96, t. 5. Fries S. M. Corda, *Icon.*, V, 52, tab. II, f. 18. *Botr. ramulosa* Lk, *Spec.*, I, 53. *Mucor Botrytis* et *Muc. Erysimi* (?) Sowerby, *Fung.*, tab. 359 et 400 (ser. Fries S. M.) *Botr. agaricina* Johnston (sec. Caspary l. c.). *Botr. nivea* Mart., *Fl. Erl. Peronospora conferta* Unger, *Bot. Zeit.*, l. c. ex parte (*Botrytis conf.* Ung., *Exanth.*). *Per. parasitica* Tul., *Compt. rend.*, l. c. *P. Dentariæ* Rabenh., *Fung. europ.*, 86. *P. ochroleuca* Cesati, Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 175. *P. crispula* Fuckel, *Fung. rhen.*

Exsicc. Rabenhorst, *Herb. mycol.*, edit. 2, n° 175 et 324. *Fung. europæi*, 86. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 5-8, 23.

Mycelii tubi crassi ramosissimi; haustoria numerosa ramosa; rami elavati obtusi crassi curvati, cellulas plantæ hospitæ sæpe ex-plentes. Stipites conidiophori crassi, molles, flexiles, æqualiter v. inæqualiter 5-8-ies dichotomi, rarius trichotomi v. ramos sparsos 1-2 sub apice dichotomo gerentes. Rami semper repetite bifurcati. Rami secundi et tertii ordinis primariis et stipite multo angustiores, subulati, arcuati. Conidia late ellipsoidea, apice obtusissima, candida.

Oogonia angulato-globosa, membrana crassissima e stratis pluribus composita nitida hyalina v. flavescens prædita. Oosporæ globosæ, epi-sporium tenue flavescens v. fuscescens læve aut subrugosum gerentes. (Tab. nostr. IX, fig. 5-8.)

Hab. in Cruciferis permultis; *Capsellæ Bursæ pastoris* folia et præsertim inflorescentias tumefactas præcipue colit, *Cystopode candido* sæpe socio. Vidi etiam in *Draba verna*, *Thlaspi arvensi*, *Camelina sativa*, *Neslia paniculata*, *Turriti glabra*, *Dentaria heptaphylla*, *Dent. bulbifera*, *Sisymbrio Alliaria*, *Cheirantho Cheiri*, *Cardamine hirsuta*; nec deficere videtur in *Cardamine impatiens* (Unger, l. c.) et *Brassicæ Rapa* (Broome sec. Caspary, l. c.). *P. crispulæ* Fuck. porro, in *Resedæ luteolæ* foliis lectæ, organa conidifera conidiaque ipsa a *P. parasitica* distingui non possunt. Oosporæ desiderantur.

P. parasitica cæspites conidiferi densi, candidi; oosporas vidi in *Capsellæ*, *Camelinæ sativæ* et *Cheiranthi Cheiri* caulibus et inflorescentiis.

8. *P. corydalis* †.

Mycelii tubi teretes, raro varicosi; haustoria rara, filiformia, ramosa, curvata. Stipites conidiophori hyalini, laxè 5-6-ies dichotomi; rami graciles flexuosi, ultimi elongati acuti curvati. Conidia late obovoidea, apice obtusissimo, membrana sordide diluteque violacea. Oogonia subglobosa, membrana rigida crassiuscula e stratis 2 distinctis composita plerumque dilute fuscescente munita. Oosporæ magnæ, exacte globosæ; episporio tenui, lævissimo, dilute fusco-pellucido.

Corydalis solidæ caules et folia occupat; cæspites conidiferi laxi, sordide grisei, in foliorum pagina inferiore proveniunt.

§ B. CALOTHECÆ. Oogonii membrana vix incrassata, maturitate corrugata, marcescens. Oosporæ globosæ, episporio regulariter et eleganter verrucoso v. tuberculato v. reticulato. Mycelium omnium specierum hucusque cognitarum tubos plerumque teretes, haustoria filiformia ramosa contorta plus minus intricata præbet. (Tab. IX, fig. 9, 10.)

9. *P. calotheca* DBy in Rabenh., *Herb. myc.* *P. Galii* Fuckel, *Fung. rhen.* *P. Sherardiae* Fuckel, *ibid.*

Stipites conidiophori graciles, 7-9-ies dichotomi; rami primarii oblique erecti, cæteri omnes patentissimi squarrosi graciles, ultimi angustissimi penultimis multo breviores recti v. subcurvati. Conidia ellipsoidea utrinque rotundato-obtusa, membrana dilutissime violacea. Oosporarum globosarum episporium validum, badium, cristis tenuibus connexis minute reticulatum. (Tab. nostr. XIII, fig. 4).

Hab. in caulibus foliisque *Asperula odorata* (Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 673. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 28). *Galii Aparines*, *Gal. sylvatici* (Fuckel, l. c., n° 29). *Galii Mollugin's* (Fuckel, l. c., n° 30). *Galii Vaillantii* DC., *Sherardiae arvensis* (Fuckel, l. c., n° 31.)

Oosporæ in *Asperula odorata* et *Gal. Aparine* frequentissime proveniunt, in cæteris speciebus hospitis frustra semper quæsivi. Stipites conidiophori et oosporæ, ubi adsunt, nec non mycelii fabrica et haustoria magna in omnibus speciebus hospitis supra enumeratis omnino congruunt,

conidiorum forma et magnitudo secundum speciem nutricem discrepant, idque maxime apud specimina *Asperulam* et *Gal. Aparinem* colentia, quarum oosporæ omnino æquales sunt. Formæ illæ, singula tantum nota diversæ, cæterum congruæ, varietates tantum, nec species distinctas quamvis affines sistere mihi videntur, quoniam plantas maxime inter se affines colunt. Distinguendæ igitur erunt varietates :

α. *Asperulæ*. Conidia minuta, anguste ellipsoidea, $1/65-1/45$ millim. longa, $1/82-1/50$ millim. lata (*P. calotheca* DBy, l. c.).

β. *Sherardiæ*. Conidia minuta, late ellipsoidea v. ovoidea, $1/56-1/45$ millim. longa, $1/75$ millim. lata (*P. Sherardiæ* Fuckel, l. c.).

γ. *Aparines*. Conidia late ellipsoidea v. ovoidea, plerumque $1/37-1/34$ millim. longa, $1/51-1/45$ millim. lata.

δ. *Molluginis*. Conidia oblongo-ovoidea, $1/37$ millim. longa, $1/70-1/65$ millim. lata (*P. Galii* Fuckel, l. c.).

ε. *Galii Vaillantii*. Conidia anguste ellipsoidea, ad $1/30$ millim. longa, $1/90$ millim. lata.

10. *P. Myosotidis* DBy, in Rabenh., *Fung. europ.*, n° 572.

Stipites conidiophori graciles, elati, plerumque bini e stomate egredientes, regulariter 6-9-ies dichotomi, ramis omnibus squarrose-patentibus, ultimis angustissimis. Conidia ovoidea, utrinque obtusissima, parvula ($1/75$ millim. tantum longa), membrana tenui vix violascente.

Oosporæ episporium validum, late luteo-fuscum, cristis crassis acutiusculis elevatis regulariter grosse et late reticulatum. (Tab. XIII, fig. 5.)

In *Myosotide intermedia* Lk, cujus folia radicalia præcipue occupat. Legi in agro friburgensi, primo vere.

11. *P. Viciæ* Berk. *Botrytis Viciæ* Berk, *Journ. Hort. Soc. London*, l, p. 31. *Ann. and Magaz. nat. hist.*, ser. 2, vol. VII, p. 100. *Peronospora effusa* var. *intermedia* Caspary in Rabenh. *Herb. mycol.* edit. 2, n° 490.

Stipites conidiophori dense cæspitosi recti, æqualiter, rarius

inæqualiter 6-7-8-ies dichotomi. Rami ordinum superiorum squarrosi rigidi, ultimi breviter subulati acuti recti. Conidia ellipsoidea, apice obtusissimo, basi obtusa v. acutiuscula, membrana dilute sordideque violacea.

Oosporarum parvarum episporium pallide luteo-fuscum, cristis tenuibus acutis connexis regulariter laxe et grosse reticulatum. (Tab. XIII, fig. 10.)

Hab. in Papilionaceis Viciis : In *Vicia sativa* et *Piso sativo* detexit Berkeley; ipse legi. in *Vicia sativa*, rarissime tamen oosporas ferentem, in *Vic. sepium* oosporis destitutam, in *Orobo tuberoso* et *Ervo tetraspermo* frequentes, et utroque fructu plerumque præditam. Oosporarum reticulum in *Ervo* magis elevatum et conspicuum esse solet quam in *Orobo* et *Vicia*.

12. *P. Alsinearum* Caspary (l. c.). *P. conferta* Unger, Bot. Zeit., l. c. ex parte. Peron. *Lepigoni* Fuckel, Fung. rhen. *P. tomentosa* Fuckel., ibid. *P. Scleranthi* Rabenh., Herb. myc., edit. 1, n° 1471. *Protomyces Stellarice* Fuckel, Enum. Fung. Nass.

Exs. Rabenh., Herb. myc., ed. 1, n°s 1878, 1471. Fung. europ., 377, 378. Fuckel, Fung. rhen., n°s 15, 20, 21, 24. Stipites conidiophori validi, æqualiter, raro inæqualiter 4-5-8-ies dichotomi; rami patentes, ultimi subulati elongati plerumque arcuati. (Stipites conidiophori raro sub apice 4-5-ies dichotomo ramum distincte lateralem aut duos oppositos pluries dichotomos gerunt.) Conidia ellipsoidea utrinque obtusissima, membrana plus minus sordide violacea.

Oosporarum episporium læte fuscum, cristis validis crassis numerosis connexis subregulariter reticulatum. (Tab. nostr. VIII, fig. 9-18.)

In *Stellaria media* vulgatissima, totam plantam occupans, vere præcipue oosporas ferens; neque raro invenitur in *Cerastio glomerato* et *triviali*; in *Spergula Morrissonii* Berolini legit A. Braun (?), in *Arenaria serpyllifolia* et *Lepigono rubro* invenitur; *Peronospora* quæ *Scleranthum annuum* occupare solet etiam huc pertinere videtur.

Specimina in *Stellaria*, *Cerastiis*, *Spergula* crescentia sæpe oosporas

ferunt, in cæteris plantis hospitibus conidia tantum observavi. Forma *Stellarise* et *Arenariæ* conidia majora, $1/45-1/34$ millim. longa, offert, forma *Cerastiorum* (*P. tomentosa* Turk.) conidia plerumque minora ($1/60-1/65$ millim. longa) et stipites conidiophoros magis divisos gracilioresque. Occurrunt tamen in ipsis *Cerastiis* formæ intermediæ. Forma *Spergularis* conidiorum membranam fere hyalinam et oosporarum episporium sæpe densius et irregularius reticulatum præbet. In forma *Lepigoni* (*P. Lepigoni* Fuck.), rami conidiophori rigidiores esse solent. *P. Scleranthi* Rabenh. denique stipites conidiophoros sæpe inæqualiter dichotomos, conidia minora ($1/56-1/50$ millim. longa) offert, cæterum a reliquis formis non diversa; semper oosporis carere videtur, quibus de causis pro specie distincta non sumenda.

13. *P. Arenariæ* Berk. *Botrytis Arenariæ* Berkeley, *Journ. Hort. Soc. Lond.*, 1, 31. Tab. 4. *Ann. and Mag.*, 1. c. p. 100. (*P. Arenariæ* Tul., *Compt. rend.*, 1. c., ad priorem speciem pertinere videtur.)

Exs. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 18.

Stipites conidiophori (sæpe solitarii e stomatibus emergentes) graciles, 6-7-ies æqualiter, rarius inæqualiter dichotomi. Rami patentissimi, ultimi tenues acuti subulati rectiusculi. Conidia late ellipsoidea, utrinque obtusissima, parva ($1/65-1/56$ millim. longa), membrana vix violascente. Oosporæ globosæ, parvæ, episporio læte fusco extus verrucis crassis hemisphæricis v. cylindricis obsito. (Tab. XIII, fig. 8, 9.)

Hab. in *Arenaria serpyllifolia* et *Mähringia trinervia*, totam plantam occupans, conidia præsertim in foliorum pagina inferiore ferens; oosporas rarissime in *Arenariæ* foliis, copiose in *Mähringia* pedicellis et floribus inveni.

14. *P. Dianthi* †.

P. conferta (forma *Agrostemmae* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 16). Stipites conidiophori æqualiter v. subinæqualiter 4-6-ies dichotomi; rami patentes, ultimi subulati acuti recti v. deorsum curvati. Conidia late ellipsoidea, utrinque rotundato-obtusa, membrana dilute violacea. Oosporarum episporium læte fuscum, cristis latis obtusis

brevibus flexuosis, hinc inde irregulariter anastomosantibus et verrucis irregulariter hemisphæricis obsitum. (Tab. XIII, fig. 6.)

Primo vere legi in *Dianthi proliferi* foliis, oosporis onustam, conidia pauca ferentem. Forma sinillima, nonnisi stipitibus conidiiferis et conidiis sæpe validioribus diversa, in *Agrostemmate Githagine* frequens est, conidia copiosissima ferens; oosporas hujus formæ frustra quæsivi. Secundum conidorum, stipitum et mycelii fabricam huc pertinet, nec varietatem quidem hujus speciei sistit.

15. *P. Holostei* Caspary in Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 774. *P. conferta* Casp. Berlin, *Monatsber.*, l. c. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 17.

Stipites conidiophori fasciculati (in foliorum pagina inferiore dense caespitosi), æqualiter aut inæqualiter 6-7-ies dichotomi. Rami patentes, ultimi late divergentes subulati acuti recti v. curvati. Conidia late ellipsoidea, utrinque obtusissima, membrana dilutissime violascente. Oosporæ globosæ, episporium obscure luteo-fuscum, tuberculis spinulis cristulisque sæpe connexis densissime obsitum, ideoque spinuloso-scaberrimum. (Tab. XIII, fig. 7).

Hab. in *Holostei umbellati* foliis, caulibus, floribus. Oosporas nonnisi in caulibus floribusque tumidis inveni.

§ C. Effusæ. Oogonii membrana vix incrassata, maturitate corrugata, marcescens. Oosporæ episporio crasso, cristis paucis grossis valde irregularibus connexis, oogonii membranæ hinc inde adglutinatis munito, irregulariter angulatæ. (Tab. XIII, fig. 11, 12.)

Pleræque species hic enumeratæ valde inter se affines ac fortasse in paucas contrahendæ sunt. Mycelii haustiorumque fabrica, exceptis n° 29 et 30, eadem est ac in divisione B.

16. *P. effusa* Grev., *Botrytis effusa* Grev., II. *Edin.*, 468, sec. Desmazières, *Ann. sc. nat.*, sér. 2, t. VIII, 5, tab. 4. *Peronospora effusa* Rabh., *Herb. myc.*, 1880. Caspary, l. c. *Botrytis farinosa* Fr. S. M.? *B. epiphylla* Pers., *Myc. eur.*, I, 56?.

Peronospora (*Monosporium* Bon.) *Chenopodii* Schlechtend., *Bot. Zeit.*, 1852, p. 619. *P. Chenopodii* Caspary, *Bot. Zeit.*, 1854, p. 565.

Stipites conidiophori fasciculatim e stomatibus egredientes (ideoque dense cæspitosi), breves, crassi, superne 2-5-6-ies, raro 7-ies dichotomi. Conidia late ellipsoidea, utrinque obtusissima, membrana sordide et dilute violacea. Oogonia variæ magnitudinis; oosporarum episporium læte fuscum. (Tab. nostr. VIII, fig. 7; XIII, fig. 44.)

Cum Casparyo distinguo varietates duas valde diversas rectiusque fortasse pro speciebus habendas; id quod culturis probandum erit:

α. *Major* stipitum conidiferorum ramis ultimis crassis, breviter subulatis, arcuatim deflexis, conidiis ellipsoideis, conspiciue pedicellatis.

Hab. in *Chenopodio albo* vulgatissima (Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 1, n° 1880. Fuck., *Fung. rhen.*, n° 41); in *Chenopod. hybrido* (Schlechtend. Rabenh., l. c., n° 776); in *Spinacia oleracea* (Desmaz., l. c.).

β. *Minor* ramis multo angustioribus, gracilioribus, inferioribus erecto-patentibus, ultimis subulatis subsquarrosis rectis v. vix curvatis, non deflexis. Conidia globoso-ovoidea, pedicello vix conspicuo.

In *Atriplice patula* L., *vulgari* (Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 172, Fuckel. l. c., n° 42). In *Chenopodio polysporo* et *Spinacia oleracea* legi; formam simillimam, paullo robustiorem, a Casparyo in *Polygono aviculari* Bonnæ lectam, oosporis destitutam, communicavit Al. Braun.

16. bis. *P. Urticæ* (Lib.); *Botrytis Urticæ* Libert, mss. apud Berkeley, *Journ. hort. Soc. Lond.*, I, p. 31. Berkeley et Broome, *Notices on Brit. Fungi*, in *Ann. Mag. nat. hist.*, série 2, vol. VII, p. 100.

Stipites conidiferi humiles, laxè 4-6-ies dichotomi; rami flexuosi, ultimi subulati arenati sæpe deflexi. Conidia magna, late

ovoidea vel subglobosa, distincte pedicellata, apice obtusissima, membrana dilute violascente. Oosporæ mediocres, episporio sordide fusco.

In *Urticæ urentis* L. foliis legi, in agro francofurtano. In Gallia et Anglia a cell. Desmazières et Berkeley (« *On leaves of the common Nettle* ») lecta est. Rara esse videtur in Germania australiore, saltem frustra sæpe quæsita est. Cæspites conidiferi maculiformes, densi, humiles, pallide violascentes, in foliorum pagina inferiore proveniunt. Stipites conidiferi illis *Peronosporæ effusæ* valde similes sunt.

Descriptio a cell. Berkeley et Broome l. c. data ad nostram non quadrat. Specimina gallica et anglica non vidi; icone autem visa, quam ad specimina Desmazieriana cel. Berkeley delineavit et cum Casparyo in litteris communicavit, non dubito fungum meum, speciem Libertianam et Berkeleyanam revera sistere.

17. *P. Ficariæ* Tulasne, *Comptes rendus*, 26 janv. 1854. *P. grisea* Rabenh., *Herb. myc.*, n° 322. *P. nivea* ex parte, Unger *Bot. Zeit.*, l. c.

Exs. Rabenh. l. c. et *Fung. europ.*, n° 85. Fuckel, l. c. n° 3.

Stipites conidiophori humiles, plerumque 5-6-ies æqualiter v. inæqualiter dichotomi, rami ultimi et penultimi arcuatim deflexi v. inflexi, ultimi plerumque longe subulati. Conidia late ellipsoidea, utrinque obtusissima, membrana sordide et dilute violacea. Oosporarum episporium pallide fusco-lutescens.

Habitat *Ranunculum Ficarium* L., nec non *R. repentem*, *bulbosum*, *acrem* L. Totam plerumque plantam occupat et ubique (radice floribusque exceptis) fructificat.

18. *P. Trifoliorum* DBy. *P. grisea* var. Casp., Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 775. *Fung. europ.*, n° 375. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 9.

Stipites conidiophori late cæspitiosi, æqualiter v. inæqualiter 6-7-ies dichotomi, (raro trichotomi, ramis primariis 4-5-ies dichotomis); rami ultimi subulati acuti leviter curvati. Conidia ellip-

soidea utrinque obtusissima, membrana sordide dilute violacea. Oosporæ pro oogonii magnitudine magnæ, episporio læte fusco.

In *Trifolii medii* et *alpestris* foliis utrumque fructum, conidia autem pauca ferens invenitur. Oosporis destitutam, conidia copiosa ferentem legi in *Trifolio incarnato* in agris friburgensibus culto. Vulgatissima est in *Medicagine sativa* (Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 9) in qua conidia copiosissima profert, oosporis autem semper destituta mihi occurrit.

19. *P. affinis* Rossmann in Rabenh. *Herb. myc.*, edit. 2, n° 489. Fuckel, l. c. n° 22.

Stipites conidiophori validi, regulariter 5-7-ies dichotomi, rami patentes, ultimi breves subulati recti v. deorsum curvati. Conidia obovoidea, apice obtusissima, basi acutiusecula, membrana pallide et sordide violacea. Oosporarum episporium luteo-fuscum.

In *Fumaria officinalis* foliis in agro giessensi legit Rossmann, in *Nassauvia* Fuckel.

20. *P. Dipsaci* Tulasne l. c. Fuckel l. c. n° 32.

Stipites conidiophori graciles, 6-7-ies plerumque dichotomi (raro trichotomi ramis repete dichotomis). Rami priorum ordinum flexuosi, ultimi recti subulati acuti rigidi squarrosi patentissimi. Conidia ellipsoidea, utrinque obtusissima, membrana sordide violacea.

Oosporæ, secundum Tulasneum, iis *P. Ficariae*, etc., similes.

Hab. *Dipsacum sylvestrem*, foliorum paginam inferiorem cæspitibus conidiferis pallide griseo-violascentibus obducens. Organa sexualia frustra hucusque quæsi.

21. *P. Euphorbiæ* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 40.

Stipites conidiophori sæpe solitarii, graciles, superne plerumque 6-7-ies dichotomi, ramis elongatis gracilibus valde flexuosis, ultimis tenuibus subulatis arcuatis. Conidia parvula, subglobosa, membrana achroa. Oosporæ episporio crasso brunneo (?) munitæ.

Hab. in *Euphorbia platyphylla* et *Euph. falcata*. Oosporas vidi in *E. falcata* foliis floralibus. In speciminibus siccis quæ sola exa-

minavi oosporæ aliæ obscure brunneæ, aliæ pallide fuscæ sunt; utrum hæ maturæ, illæ vero exsiccatione obscurius fucatæ sint ulterius examinandum erit.

22. *P. grisea* Unger, *Bot. Zeit.*, 1847, p. 345. *Botrytis grisea* Ung., *Exanth.*, 172. Berkeley, *Ann. and Mag.*, l. c. — Fuckel, *Fung. rhen.*, 10.

Stipites conidiophori fasciculati (in foliorum pagina inferiore cæspites densos intricatos griseo-violascentes sistentes), validi, 5-7-ies regulariter dichotomi, ramis sensim attenuatis, primariis oblique erectis, cæteris patentibus flexuosis, ultimis plerumque inæqualibus leviter arcuatis. Conidia ellipsoidea v. ovoidæ, majuscula, obtusissima, membrana dilute et sordide violacea. Oosporæ magnæ, episporio lacte brunneo. (Tab. XIII, fig. 12.)

In *Veronicis* frequens. Utrumque fructum ferentem legi in *V. hederifolia*, *arvensi*, *verna*; conidia tantum proferentem in *V. Beccabunga* et *serpyllifolia*. In *Veronica speciosa* Berolini culta legit et communicavit A. Braun. Formam robustiorem conidiis paullulo angustioribus præditam, oosporis destitutam, quam in *Linaria vulgaris* unica vice legi, ad hanc speciem trahere vix dubito.

23. *P. arborescens* Berk. *Botrytis arborescens* Berk., *Journ. Hort. Soc. Lond.*, I, p. 31. Tab. IV, fig. 24, *Ann. and Magaz.*, l. c. Peron. *Papaveris* Tulasne, *Compt. rend.*, l. c. *P. grisea* β minor Caspary in Rabenh., *Herb. mycol.*, edit. 2, n° 323. — Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 4 et 13.

Stipites conidiophori graciles, elati, validi, superne 7-10-ies dichotomi, ramis plus minus flexuosis squarrosis patentibus sensim attenuatis, ultimis tenuissimis breviter subulatis plus minus arcuatis. Conidia parvula (diam. $1/75$ - $1/70$ millim.), subglobosa, membrana vix violascente. Oosporarum episporium brunneum.

Hab. in *Papaveris Rhæados* et *somniferi* partibus herbaceis, præsertim in *Rhæados* foliis radicalibus vernalibus.

24. *P. Valerianellæ* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 35.

Stipites conidiophori elati, 7-9-10-ies dichotomi, ramis patentis-

simis flexuosis sensim attenuatis, ultimis tenuissime subulatis rectis curvatisve. Conidia late ellipsoidea obtusissima, membrana achroa hyalina. Oosporæ episporio lutescente diaphano munitæ.

Species elegantissima, in *Valerianella olitoria* tam spontanea quam culta, nec non in *V. carinata* haud infrequens.

25. *P. candida*. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 38.

Stipites conidiophori graciles, validi, superne 6-9-10 ies dichotomi; rami sensim attenuati, erecto-patentes, primarii sæpe inæquales recti, cæteri subflexuosi, ultimi plerumque breves conico-subulati rectiusculi angulo obtusissimo divergentes. Conidia ellipsoidea, obtusissima, minuta, membrana achroa. Oosporæ læte fuscæ.

In *Anagallide cærulea* prope Hostrichiam legit Fuckel. Foliorum paginam inferiorum cæspitibus conidiophoris « densis candidis » tegit; oogonia in omnibus partibus, præcipue in floribus fert.

26. *P. Lamii* A. Braun in Rabenh., *Herb. mycol.*, edit. 2, n° 325, Fuckel. l. c., n° 36.

Stipites conidiophori breves, 5-7-ies (plerumque 6-ies) dichotomi; rami sensim attenuati, patentes, omnes plus minus arcuati, ultimi plerumque elongati subulati acuti. Conidia conspiciue pedicellata globoso-ovoidea obtusissima, membrana dilute et sordide violascente. Oosporæ parvæ fuscæ.

Hab. in *Lamio purpureo* et *L. amplexicauli*, cæspites conidiferi densi griseo-violascentes in foliorum pagina inferiore maculas præbent.

27. *P. Herniariæ* †.

Stipites conidiophori dense fasciculati (cæspites densissimos in foliorum pagina inferiore sistentes) 5-7-ies dichotomi; ramulis ultimis valde divergentibus, brevibus, rigidis, subulatis. Conidia late ellipsoidea (majuscula), obtusissima, membrana dilute violacea. Oosporæ plerumque (divisionis more) irregulariter angulatæ, quandoque globosæ et verrucis grossis obtusis irregularibus obsitæ, læte fuscæ.

In *Hernariæ hirsutæ* foliis et caulibus legi in agro francofurtano.

28. *P. obovata* Bonorden in Rabenh., *Fung. europ.*, n° 289. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 49.

Stipites conidiophori æqualiter, raro inæqualiter, 5-7-ies dichotomi; rami patentes, ultimi breves subulati recti v. subcurvati, late divergentes. Conidia anguste obovoidea v. clavata, utrinque obtusissima, membrana dilute violacea. Oosporæ parvæ, irregulariter (divisionis more) angulatæ, episporio pallide fusco.

Hab. in *Spergula arvensi*, haud rara.

29. *P. Radii* DBy. *Champ. paras.* Rabenh., *Fung. eur.*, n° 573.

Mycelii tubi graciles; haustoria parva, vesiculiformia, obovoidea v. globosa. Stipites conidiophori solitarii (nec fasciculati), membrana sordide ac dilute violascente, e basi bulbiformi cylindrici, superne 5-8-ies dichotomi; rami omnes oblique erecti, fastigiati, ultimi brevissimi recti rigidi conici acutiusculi v. subtruncati. Conidia ellipsoidea v. ovoidea, basi acutiuscula, apice obtuso v. acutiusculo, membrana valida sordide violacea. Oosporæ majusculæ, irregulariter angulatæ, episporio crasso læte fusco. (Tab. nostr. IX, fig. 3, 4.)

Hab. in *Tripleurospermo inodoro* C.H.Sz., *P. leptosperma* sæpe socia. Mycelium in caule, pedunculis, receptaculis contentum flores linguiformes radii invadit et in iis solis, tam in corolla quam in stylo, utrumque fructum profert. Capitula fungo occupata sterilia sunt ac cito fuscescunt et putredine consumuntur; flores radiales parasitum alentes varie elongati, contorti et conidiis sordide violaceis conspurcati sunt.

30. *P. leptosperma* DBy. *Champ. paras.* Rabenh., *Fung. europ.*, n° 574.

Mycelium et haustoria prioris speciei. Stipites conidiophori achroi, singuli v. 2-3-ni e stomatibus emergentes, superne dichotomi aut trichotomi; ramis repetite dichotomis aut trifurcatis, omnibus præter ultimos sursum crassioribus, ultimis e basi lata subito in apicem subulatum rectum curvatumve contractis. Conidia plerumque magna, varia, ellipsoidea, clavata, ovoideo-cylindrica, sæpe elongato-cylindrica, recta v. cur-

vata, utrinque obtusissima, candida. Oosporæ parvæ, irregulariter angulatæ, pallide fuscæ. (Tab. nostr. IX, fig. 1, 2.)

Hab. in caulibus, foliis, involucris *Compositarum Anthemidearum*; frequens in *Tripleurospermo inodoro*, quandoque in *Anthemide arvensi*, *Matricaria Chamomilla* occurrit; in *Lasiospermo radiato* Trev. in Horto bot. Francofurtano culto inveni; in *Tanacetum vulgari* legerunt et communicaverunt Fuckel et Munter. Oosporas in *Tanacetum* et præcipue in *Tripleurospermo* inveni. Cæteræ species hospitalis cæspites conidiophoros candidos tantum mihi præbuerunt. Forma *Tanacetum* cæteris robustior et conidiis crassioribus plerumque ellipsoideis prædita est; reliquis notis cum illis plane convenit ideoque ad hanc speciem pertinere mihi videtur.

§ D. PLEUROBASTÆ. Oosporis ignotis, affinitatis igitur plus minus dubiæ.

Omnes mycelium et haustoria (divisionis B.) præbent.

31. *P. Schleideniana* Unger. *P. Schleideni* Ung., *Bot. Zeit.*, l. c. *Botrytis parasitica*? Schleiden, *Grundzüge*, II, p. 38 c. icone mala. « *P. destructor* Caspary. » Berkeley, *Outlines*, p. 349. *P. Alliorum* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 41.

Stipites conidiophori robusti, ad $\frac{2}{3}$ mm. longi, aut 4-6-ies dichotomi, aut sub apice bis terve dichotomo ramos 2-5 sparsos v. suboppositos gerentes; rami primarii inferiores majores, iterum sub apice bis terve dichotomi ramulos secundarios 2-3 gerentes; superiores minores et, sicut secundarii, æqualiter v. inæqualiter semel, bis quaterve bifureati, raro simplices; ramuli ultimi et penultimi ordinis crassiusculi, valde arenati, ultimi conico-subulati acutiusculi v. subtruncati. Conidia permagna (sæpe $\frac{1}{22}$ millim. longa, $\frac{1}{40}$ millim. lata), obovoidea v. subpyriformia, apice obtusa v. acuta, basi attenuata acutiuscula, membrana sordide violacea. (Tab. XIII, fig. 4-3.)

Habitat in *Allio Cepa*, apud nos non frequens, in Anglia, teste Berkeley (*Journ. Hortic. Soc. London*, vol. III, p. 91) nimis copiosa; in *Allio fistuloso* invenit Schleiden. Stipites conidiophori e stomatibus plerumque singuli rarius bini v. terni emergentes, altitudine maxime variant secundum aeris humiditatem. Planta parasitum alens valde longuescit.

32. *P. alta* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 39. Stipites conidiophori plerumque solitarii, rarius bini vel trini e stomate emersi, itaque laxè cæspitosi, elati, graciles, 6-8-ies dichotomi; rami patentes, sensim attenuati, plus minus flexuosi; rami penultimi ordinis vix non semper bifurcati in ramulos duos tenues, acutiusculos, inter se valde inæquales: altero e basi arcuata porrecto v. sigmoidico longiore, altero multo brevior arcuatim retroflexo. Conidia magna, late ellipsoidea, obtusissima, membrana sordide violascente.

In *Plantagine majore* vulgaris, e foliorum pagina inferiore præcipue emergens.

33. *P. conglomerata* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 25.

Stipites conidiophori 5-ies dichotomi, ramis valde flexuosis, modice elongatis, ultimis subulatis plerumque arcuatis. Conidia magna, globosa (diam. ad $1/15$ millim.), membrana violascente.

In *Geranio pusillo* a Fuckelio et a me ipso lecta; rara tamen esse videtur. Cæspites conidiophori densi, cinereo-violacei, totam foliorum paginam inferiorem obtegent.

34. *P. Rumicis* Corda, *l.c. Fung.*, I, p. 20, tab. V, fig. 273. *P. effusæ* var. Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 44.

Stipites conidiophori dense cæspitosi, singuli tenues, humiles, aut æqualiter quater dichotomi, aut sub apice 3-6-ies dichotomo ramos 1-3 sparsos v. suboppositos ipsosque repetitive dichotomos gerentes. Rami sensim attenuati; primarii erecto-patentes; ultimi patentissimi, breves, conico-subulati, rigidi, recti, acuti. Conidia magna ellipsoidea obtusissima, membrana sordide violacea.

Hab. in *Rumice Acetosa*; mycelium in rhizomate perennat; cæspites conidiophori cinereo-violacei in foliorum pagina inferiore et in inflorescentiis, quas sæpe destruunt, proveniunt. Fungum quem Corda (l. c.), in *Rumicis Acetosellæ* inflorescentiis invenit huc pertinere vix dubium est.

35. *P. Hyoscyami*. *P. effusa* var. *Hyoscyami* Rabenhorst, *Fungi europ.*, n° 291.

Stipites conidiophori crassi, alti, 5-7-8-ies dichotomi; rami patentes, sensim attenuati, recti v. leviter curvati; ultimi angulo obtusissimo divergentes, breves, conico-subulati, recti, acuti. Conidia parva, ellipsoidea, obtusissima, membrana dilute violacea.

In foliis *Hyoscyami nigri* legit Kalkbrenner (*Fung. europ.*, l. c.).

Specimina sicca pauca quæ examinavi a *P. effusa* ramorum ultimorum fabrica et conidiis minoribus manifeste differunt.

36. *P. pulveracea* Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 4.

Stipites conidiophori plerumque solitarii v. bini, graciles, 4-6-ies dichotomi: rami valde flexuosi, breves v. elongati flaccidique, ultimi subulati, arcuati, sæpe inæquales. Conidia magna, obovoidea v. interdum subpyriformia, membrana sordide violacea.

Hab. in *Helleboro fœtido*, totam plantam occupans, in foliorum hornotinorum pagina inferiore conidia ferens. Planta parasitè occupata foliola angustiora, apice deflexa, præbet.

37. *P. Cyparissiae*.

Stipites conidiophori breves (ramis sæpe breviores), 5-6-ies dichotomi, ramis patentibus rectis rigidis. Rami penultimi primariis paullulo tantum angustiores; ultimi longe conico-subulati, acuti, rigidi, recti v. subcurvati. Conidia parva, ellipsoidea, obtusissima, membrana diluta violascente.

A *P. Euphorbiæ* Fuck., cui ulterius comparanda est, notis indicatis discrepat.

Hab. in *Euphorbia Cyparissia*, stipites conidiophoros sparsos e foliorum pagina inferiore emittens.

38. *P. Potentillæ*.

Stipites conidiophori graciles, dense cæspitosi, 5-6-ies dichotomi; ramis modice elongatis, flexuosis, ultimis longe subulatis arcuatis. Conidia ellipsoidea, obtusissima, membrana dilutissime violacea.

In *Potentillæ aureæ* (?) foliis legit et comm. Munter.

39. *P. Violæ*.

Omnibus notis cum *P. effusa* var. *majori* convenit.

In *Violæ tricoloris* speciminibus paucis, in horto quodam cultis unica vice legi. Organa fructificantia deficiunt.

Species ob germinationem ignotam a sectionibus supra propositis separandæ.

40. *P. viticola* (Berk. et Curt.). *Botrytis viticola* Berk. et Curt. apud Caspary, *Monatsber. Berl. Acad.*, l. c.; Berkeley, *Crypt. Bot.*, p. 301.

Mycelii tubi crassi, sæpe constricti varicosique (haustoria non vidi). Stipites conidiferi fasciculatim e stomatibus emergentes, graciles, elati, summo apice parum attenuato brevissime semel bisve dichotomi v. trifurcati; sub apice ramos plerumque 4-6 (raro 3 v. 7) gerentes. Rami primarii plerumque alterni, distantes et exacte distichi, omnes pro stipitis altitudine breves; inferiores plerumque trifurcati divisionibus iterum bis trifurcatis v. quandoque bis dichotomis; ramuli ultimi (quarti) ordinis, æque ac stipitis divisiones apicales, brevissime conico-subulati recti, acuti. Rami primarii superiores minores, inferiorum secundariis v. tertiariis conformes. Rami omnium ordinum angulis rectis patentes, primarii in uno plano divaricati, planum ramificationum secundi ordinis in primario, tertiariorum in primario et secundo perpendicularare. (Rarius rami primarii 2 inferiores oppositi sunt, raro ramulis 2 alternis muniti nec trifurcati, rarissime rami primarii irregulariter sparsi nec distichi sunt.) Conidia parvula, ovoidea, apice lato rotundata v. subtruncata, papilla destituta, membrana circumcirca æquali hyalina.

Oogonia parva, membrana tenui hyalina v. lutescente cospicua foventia subglobosam episporio tenui fuscescente diaphano lævi munitam.

Habitat in America boreali, in *Vitis æstivalis* Mich., et *V. Labruscæ* L. foliis, ibique (teste cl. Russell in schedula) mensibus Augusto et Septembri abundat. Specimina a cl. Curtis in Carolina australi et a cl. J. L. Rus-

sel in civitate Massachusets lecta cl. Caspary benevole mecum communicavit.

Stipites conidiferi in foliorum pagina inferiore caespites sistunt candidos densos, maculas ibi praebentes numerosas saepe confluentes. Merito sane a cl. Berkeley (l. c.) hæc species distinctissimis et nobilissimis adscribitur, neque tamen cæteris « perfectior » dici potest.

41. *P. violacea* Berkeley, *Outlines of brit. Fungology*, p. 349.
In petalis *Knautiæ arvensis*, legit Berkeley.

42. *P. sordida* Berkeley, *Ann. and Magaz. of nat. hist.*, 3^a series, vol. VII (1861), p. 449.

« Caespites conidiophori lati, hypophylli, sordide pallidi; stipites vage dichotomi, apicibus fureatis inæqualibus. Conidia obovoidea, apice apiculata.»

In *Scrophulariæ foliis*. Berk.

43. *P. sparsa* Berkeley, *Gardener's Chronicle*, 1862, p. 308
(secund. Regel, *Gartenflora*, 1863, p. 204, c. icone).

Stipites conidiophori sparsi, repetite (ad 9-ies in icone) dichotomi; conidia ellipsoidea, apice obtusa.

In foliis *Rosæ* incertæ speciei, in frigidario quodam Londinensi hieme cultæ.

Accedunt formæ ab Ungero indicatæ (*Bot. Zeitung*, l. c.) in :

Phyteumate betonicifolio, *Chrysosplenio alternifolio*, *Iso-pyro thalictroide*.

Species excludenda.

P. Pepli Durrieu de Maisonn., *Notes sur quelq. plant. de la Gironde*. Caspary, l. c. — Specimina a clar. Durrieo ad Casparyum missa et ab hoc mecum communicata *Erysiphæ* quandam in statu conidifero sistere videntur; ad *Peronosporas* certe non pertinent.

CONSPECTUS PLANTARUM PHANEROGAMARUM IN QUIBUS PERONOSPORÆ
HUCUSQUE LECTÆ SUNT.

(Peronosporæ species numeris in synopsi nostra supra adhibitis
notatæ sunt.)

MONOCOTYLEDONEÆ.

ASPHODELEÆ.

Allium Cepa, 34 ; fistulosum, 34.

DICOTYLEDONEÆ.

URTICÆÆ.

Urtica urens, 46 bis.

EUPHORBIACEÆ.

Euphorbia falcata, 21 ; platyphyllos, 21 ; Cyparissias, 27.

POLYGEÆÆ.

Polygonum aviculare, 46 β ? . Rumex Acetosa, 34 ; Acetosella, 34.

CHENOPODIACEÆ.

Chenopodium album, 46 α ; hybridum, 46 α ; polyspermum, 46 β . Atriplex
patula, 46 β . Spinacia oleracea, 46 α et β .

PLANTAGINEÆ.

Plantago major, 32.

PRIMULACEÆ.

Anagallis cærulea, 25.

LABIATÆ.

Lamium purpureum, 26 ; amplexicaule, 26.

SCROPHULARINEÆ.

Rhinanthus minor, 5 ; alectorolophus, 5. Euphrasia officinalis, 5 ? . Linaria
vulgaris, 22 ? . Veronica hederifolia, 22 ; arvensis, 22 ; verna, 22 ; Beccabunga,
22 ; serpyllifolia, 22 ; speciosa, 22. Scrophularia spec., 42. Anthocercis
viscosa, 4.

SOLANACEÆ.

Solanum tuberosum 4, utile-tuberosum, utile-etuberosum, stoloniferum,
Maglia, demissum, cardiophyllum, laciniatum. Lycopersicon omnes species, 4.
Hyoscyamus niger, 35.

BORRAGINÆ.

Myosotis intermedia, 40.

CAMPANULACEÆ.

Phyteuma betonicifolium ?.

COMPOSITÆ.

Sonchus oleraceus, 6. *Lactuca sativa*, *pseudovirosa*, *japonica*, *altissima*, *augustana*, *elongata*, *omnes*, 6. *Cichorium Endivia*, 6. *Lampsana communis*, 6. *Cirsium arvense*, 6. *Senecio vulgaris*, 6. *Tanacetum vulgare*, 30. *Anthemis arvensis*, 30. *Lasiospermum radiatum*, 30. *Matricaria Chamomilla*, 30. *Tripleurospermum inodorum*, 30 et 29.

DIPSACEÆ.

Dipsacus silvestris, 20. *Knautia arvensis*, 44.

VALERIANÆ.

Valerianella olitoria, *carinata*, 24.

RUBIACEÆ

Asperula odorata. *Sherardia arvensis*. *Galium Aparine*, *Vaillantii*, *Mollugo sylvaticum* : *omnes*, 9.

UMBELLIFERÆ.

Ægopodium Podagraria, 2. *Meum athamanticum*, 2. *Pimpinella Anisum*, 2, *saxifraga*, 2. *Petroselinum sativum*, 2. *Angelica sylvestris*, 2. *Pastinaca sativa*, 2?. *Anthriscus sylvestris*, *A. Cerefolium*, *Conium maculatum*, 2.

SAXIFRAGÆ.

Chrysosplenium alternifolium ?.

ROSACEÆ.

Rosa spec., 43?. *Potentilla aurea*, 38.

PAPILIONACEÆ.

Vicia sativa, *sepium*. *Pisum sativum*. *Ervum tetraspermum*. *Orobus tuberosus* : *omnes*, 44. *Trifolium medium*, *alpestre*, *incarnatum*. *Medicago sativa* : *omnes*, 48.

GERANIACEÆ.

Geranium pratense, 3, *sylvaticum*, 3, *pusillum*. 33.

CARYOPHYLLÆ.

Stellaria media, 42. *Cerastium glomeratum*, 42, *triviale*, 42. *Arenaria serpyllifolia*, 42 et 43. *Mœhringia trinervia*, 43. *Lepigonum rubrum*, 42. *Holos-*

teum umbellatum, 45. Spergula Morrisonii, 42, Sp. arvensis, 28 Dianthus prolifer, 44. Agrostemma Githago, 44 ?.

SCLERANTHÆ ET PARONYCHÆÆ.

Scleranthus annuus, 42 ? . Herniaria hirsuta, 27.

VIOLARIÆÆ.

Viola tricolor, 39.

RESEDACEÆ.

Reseda luteola, 7.

CRUCIFERÆ.

Cheiranthus Cheiri. Cardamine hirsuta, impatiens. Dentaria bulbifera, heptaphylla. Sisymbrium Alliaria. Turritis glabra. Camelina sativa. Thlaspi arvense. Draba verna. Capsella Bursa pastoris. Neslia pauciculata : omnes, 7. Brassica Rapa, 7 ?.

PAPAVERACEÆ.

Papaver somniferum, 23, Rhœas, 23. Fumaria officinalis, 49. Corydalis solida, 8.

RANUNCULACEÆ.

Ranunculus Ficaria, repens, bulbosus, acris : omnes, 17. Anemone ranunculoides, nemorosa, Hepatica, 4. Helleborus foetidus, 36. Isopyrum thalictroides ?.

AMPELIDÆÆ.

Vitis æstivalis Michx. V. Labrusca L. 40.

CYSTOPUS.

II. *Cystopus* Léveillé, *Ann. des sc. nat.*, sér. 3, t. VIII, p. 373; Fries, *S. veget. Scand.*, 512; de Bary, *Brandp.*, p. 20; Tulasne, *Ann. sc. nat.*, sér. 4, p. 174, tab. 7. *Uredinis* et *Cæomatis* spec. Auctor. plurim. *Erycibes* spec. Wallr., *Fl. crypt. germ.* (vide Tulasne, *loc. cit.*).

Mycelii tubi membrana crassa molli muniti, haustoria numerosa parvula vesiculiformia pedicellata gerentes. Stipites conidiophori breves, simplices, cylindrici v. clavati, obtusissimi, in mycelii ramis fasciculati atque in soros pulvinatos copiosissime congregati; singuli apice conidiorum seriem moniliformem gerentes. Sori epidermide plantæ hospitæ primum tecti, tum epidermidem dirumpentes et conidia matura dispergentes. Conidia aut omnia conformia, achroa, protoplasmate referta et aqua affusa zoosporas gignentia; aut difformia, id est plurima achroa zoospo-

ripara, pauca autem, in monili terminalia, membrana crassiore sæpe lutescente prædita, aut germinando tubum simplicem protrudentia, aut omnino sterilia.

Sori conidiferi candidi v. lutescentes.

1. *C. candidus* (Pers.). *Uredo candida* Persoon, *Syn. Fung.*, 233. *Cæoma. Uredo candida* Auct. plurim. *Erycibe sphaerica* Wallr., l. c. *Cystopus candidus* Lév., l. c. *C. sphaericus* Bonord. in Rabenh., *Fung. europ.*

Exs. Rabenh., *Herb. mycol.*, edit. 2, n° 368; *Fung. europ.*, n° 136 et 482. Desmazières, *Pl. crypt. de France*, édit. 2, n° 481 et 1079 (secund. Tulasne, l. c.); Fuckel, *Fung. rhen.*, 44.

Conidia omnia conformia, globosa, membrana circumcirca æquali achroa. Oosporæ subglobosæ, episporio luteo-fusco, verrucis crassis obtusis irregularibus, interdum in cristas flexuosas confluentibus, obsito. (Verrucæ solidæ, subachroæ, e cellulosa formatæ.) (Tab. nostr. I et II, fig. 1-13.)

Hab. in Cruciferis variis; omnes plantæ hospita partes (præter radices) sæpe occupat, caules, pedicellos, flores et pericarpia sæpe valde deformans et tumefaciens. Conidia ubique fere profert; oosporas nonnisi in caulium, pedicellorum et pericarpiorum parenchymate vidi, idque in *Capsella Bursa pastoris*, *Lepidio sativo*, *Camelina sativa* et *Camelina fætida* Fr., *Neslia paniculata*. Cæterum vidi e. gr. in *Barbarea vulgaris*, *Erysimo orientali*, *Arabi hirsuta*, *Sinapi arvensi*, *Diplotæxi tenuifolia*, *Raphano sativo*, *Brassica oleracea*, *Draba verna*, *Senebiera Coronopode*, etc. In *Arabi Macloviana*, in insulis Falkland indigena vidit Berkeley (*On the white Rust of Cabbages*, *Journ. Hort. Soc. London*, III, 265).

2. *C. Capparidis. Uredo candida* et *Capparidearum* Rabenh., *De Krypt. Flora*, I, 13.

Conidia conformia, globosa (in speciminibus siccis *C. candido* omnino similia); oosporæ desiderantur.

In *Capparidis rupestris* Sibth. foliis Veronæ lectis communicavit G. Reichenbach. Sori conidiferi in utraque foliorum pagina, præcipue

tamen in inferiore proveniunt; colorem fusco-lutescentem epidermidi obtegenti debent.

3. *C. Portulacæ* (DC.). *Uredo Portulacæ* DC., *Fl. franc.*, II. *Cystopus* Lévillé, Tulasne, II. cc.. *Erycibe quadrata* Wallr., I. c.

Exs. Desmazières, I. c., n° 363 (teste Tulasne); Rabenhorst, *Herb. myc.*, edit. 2, n° 799; *Fung. eur.*, n° 481; Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 43.

Conidia difformia: terminalia cæteris plerumque majora, membrana crassa flavesciente basi sæpe umbilicata, aut prorsus sterilia, aut (teste Tulasne) regulariter trisulcata et germen tubulosum emittentia. Cætera conidia zoosporipara, achroa, cylindrico-ovoidea, membrana circumcirca æquali. Oosporæ magnæ, globosæ; episporium brunneum, plicis tenuibus parum elevatis connexis laxè reticulatum. (Tab. III.)

Hab. in *Portulaca oleracea* et *sativa*. Sori conidiferi præcipue in foliorum pagina superiore (in inferiore rarissime) proveniunt; oosporæ in omnibus partibus viridibus abundare solent.

4. *C. Bliti* (Biv.). *Uredo Bliti* Bivon.; Bernard., *Stirp. sicil.*, III, 11. *Cystopus* Lévillé, I. c.; Rabenh., *Fung. eur.*, n° 589.

Conidia difformia: terminalia subglobosa, cæteris plerumque minora, sterilia; membrana crassa subachroa, subtus sæpe umbilicata. Cætera obovoidea v. pyriformia, basi truncata, apice late rotundata, zoosporas gignentia et ex apice aperto emittentia; membrana hyalina annulum transversum incrassatum præbente. Oosporæ globosæ, episporio brunneo, plicis crebris angustis parum elevatis flexuosis sæpe reticulato-connexis munito. (Tab. XIII, fig. 13-15.)

Hab. in *Amaranto Blito* Auctor. (*Euxolo viridi* Moq.). Mycelium totam plantam percurrens, soros conidiferos copiosos albos v. lutescentes in sola pagina inferiore foliorum profert; oosporas contra nonnisi in caulium cortice medullaque inveni. Specimina in Carolina australi lecta descripsit Berkeley. (*White Rust.*, etc., I. c.)

5. *C. Lepigoni* DBy in Rabenh., *Fung. europ.*, n° 483; Fuckel, *Fung. rhen.*, 42. *Erycibes sphaericæ* var. Wallr., l. c. *E. Arenariæ marinæ* Wallr. in Rabenh., *De Krypt. Fl.*, 1, 15.

Conidia difformia : terminalia sterilia, globosa, membrana crassiuscula; cætera zoosporipara, subglobosa v. globoso-cylindrica, membrana hyalina circumcirca æquali. Oosporæ globosæ; episporium brunneum, tuberculis minutis irregularibus valde convexis sæpeque in processus spinuliformes productis dense obsitum.

Hab. in *Lepigoni medii* Wahlb. caulibus foliisque; cespites conidiferi lutescentes in foliis præcipueveniunt, oosporæ in tota planta abundant. (Descr. secundum specimina sicca ab amico Fuckel prope Kreuznach lecta.)

6. *C. cubicus* (V. Strauss). *Uredo cubica* V. Strauss, *Ann. Wetterauer Ges. f. Naturk.*, II, 86. *U. Tragopogonis* DC., l. c. *U. obtusata* Lk. *U. candida* var. Pers. et Auctor. plurim. *Cystopus cubicus* Lév., l. c.

Exs. Rabenh., *Fung. europ.*, n° 480; Fuckel, *Fung. rhen.*, n° 45 et 46.

Conidia difformia : terminalia cæteris plerumque majora, depressoglobosa, sterilia; membrana valde crassa, subtus sæpe umbilicata, achroa, rarius lutescente. Cætera zoosporipara, breviter cylindrica; membrana hyalina, annulo transverso incrassato munita. Oosporæ globosæ; episporio brunneo, verrucis cavis (non solidis) rotundis v. varie lobatis minute tuberculatis dense obsito.

Ex oosporarum structura (microscopio fortiter augente tantum bene conspicua) duæ varietates distinguendæ sunt :

α). Episporii verrucæ depressæ, parum prominentes, tuberculis numerosis tectæ, valleculæ angustæ verrucas separantes tuberculis destitutæ. (Tab. II, fig. 47-21.)

β). Episporii verrucæ prominentes, conicæ, obtusæ, cum valleculis minute tuberculatæ.

Varietas α. Utrumque fructum ferens in *Scorzonera hispanica* culta

frequens occurrit. Var. β a Fuckelio (l. c.) in *Filaginis arvensis* et *germanicæ* foliis lecta est. Num revera varietates an species propriæ sint ultra examinandum erit; conidia cæteræque notæ utriusque formæ plane congruunt. Ad var. α sine dubio collocandus est *Cystopus* in *Tragopogonis* speciebus (*Trag. pratensi*, *orientali*, *majori*, *colorato*) vulgarissimus, oosporis, ut videtur, semper destitutus, nec non *Cystopus Podospermum laciniatum* colens, qui et ipse tantum conidia hucusque mihi præbuit. Etiam in *Artemisiæ vulgaris* et *Pyrethri Parthenii* foliis *Cystopodis cubici* soros conidiferos vidi, oosporas frustra hucusque quæsi. De Candolle (*Fl. franç.*, II, 597) etiam in *Centaureis* et *Carduis*, et Wallroth in *Inula ensifolia*. *Cystopodes* viderunt qui certo sunt hujus loci, aut ad sequentem speciem collocandi erunt.

7. *C. spinulosus* DBY in Rabenh., *Fung. europ.*, n° 479; Fuckel, *Fung. rhen.*, 47; Rabenh., *Herb. myc.*, edit. 2, n° 692.

Oosporarum episporium brunneum, tuberculis minutis solidis valde prominentibus sæpe acute spinescentibus dense vestitum ideoque spinuloso-scaberrimum. Cætera *Cystopodis cubici*; conidia quandoque magis elongata. An revera propria species sit cultura probandum erit?

Hab. in *Cirsio arvensi* et *C. oleraceo*. Sori conidiophori albi e foliorum pagina inferiore erumpunt.

CONSPECTUS PLANTARUM PHANEROGAMARUM CYSTOPODES ALENTIUM.

AMARANTACEÆ.

Euxolus viridis Moq., n° 4.

COMPOSITÆ.

Scorzonera hispanica. *Podospermum laciniatum*. *Tragopogon major*, porrifolius, coloratus, orientalis, pratensis, n° 6 α . *Cirsium arvense*, oleraceum, n° 7. *Centaureæ* spec., n° 6 ? *Cardui* spec.?, n° 6 ? *Pyrethrum Parthenium*. *Artemisia vulgaris*, n° 6. *Inula ensifolia*, n° 6 ? *Filago arvensis*, germanica, n° 6 β .

CARYOPHYLLÆÆ.

Lepigonum medium, n° 5.

PORTULACÆÆ.

Portulaca sativa, oleracea, n° 3.

CAPPARIDÆ.

Capparis rupestris, n° 2.

CRUCIFERÆ.

Permultæ species, n° 4.

SPECIES INQUIRENDÆ.

Uredo inaperta DC., *Fl. franç.*, II, 237, in *Rumice obtusifolio* ? (*« Patience à feuilles obtuses »*) provenire dicitur.

Uredo Petroselini DC., *Fl. franç.*; *U. candida* δ *Petroselini* DC., l. c., II, p. 597. In *Petroselino sativo*.

In *Euphorbiaceis*, *Chenopodiaceis*, *Malpighiaceis*, Uredines candidas, id est Cystopodes, provenire docet cl. Berkeley (*White Rust.*, etc. l. c.)

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

CYSTOPUS CANDIDUS LÉV.

Toutes les figures sont dessinées à un grossissement de 390-400 diamètres. L'esquisse de la plupart d'entre elles, ainsi que de la plupart des figures des planches suivantes, a été faite à l'aide de la *Camera lucida*.

Fig. 1. Branche du mycélium portant quatre rameaux conidiophores, dont l'un est détruit; les trois autres portent des conidies à divers degrés de développement.

Fig. 2. a, conidie (zoosporange) mûre, vue après complète partition du protoplasma; i, la même conidie, peu de temps après, venant d'expulser les zoospores; b, autre zoosporange vu dans le moment de son évacuation.

Fig. 3. Zoospores libres et agiles.

Fig. 4. Zoospores devenues immobiles et commençant à pousser des germes, dans une goutte d'eau répandue sur le porte-objet.

Fig. 5. Épiderme de la face inférieure du *Barbarea vulgaris*,ensemencée de conidies de *Cystopus*, et examinée trois heures après l'ensemencement. Cinq zoospores se sont fixées sur les trois stomates représentés, et ont commencé à pousser les germes dans les pores.

Fig. 6 et 7. Fragments de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille du *Lepidium sativum*. Les parois intérieures de l'épiderme sont tournées vers l'observateur. On avait semé les zoospores sur la feuille le 15 octobre; la préparation a été faite le 16. Deux germes sont entrés dans le stomate représenté par la figure 6; un seul, qui s'est bifurqué, dans la figure 7. Ces germes ont achevé leur accroissement.

Fig. 8. Zoospore qui a germé sur un stomate ouvert du *Lepidium sativum*. Elle s'est fixée en dehors du pore; ce n'est que le tube-germe qui y entre.

Fig. 9. Coupe horizontale de la face inférieure d'un cotylédon du *Lepidium sativum*, présentant l'épiderme et une couche de cellules du diachyme. Celles-ci regardent l'observateur. On voit un germe de *Cystopus* entrer par un stomate et se continuer en un tube ramifié qui pénètre dans le diachyme. L'un de ses rameaux est coupé. La préparation a été faite quatre jours après l'ensemencement.

Fig. 10. Coupe verticale de la moelle d'un *Lepidium sativum* envahi par le *Cystopus*, présentant un tube du mycélium qui pousse ses suçoirs dans les cellules.

Fig. 11. Petit fragment d'une coupe transversale de la même moelle. Un tube du mycélium coupé, présentant trois suçoirs.

Fig. 12 et 13. Portions du mycélium isolées de la moelle du *Lepidium sativum* et portant des oogones naissants.

PLANCHE 2.

Toutes les figures, excepté les figures 18, 19 et 20, sont dessinées à un grossissement de 400 diamètres.

Fig. 1 à 13. *Cystopus candidus* Lév.

Fig. 1. Jeune oogone venant de former la gonosphérie. *a*, anthéridie qui n'a pas encore poussé le tube fécondateur; *m*, mycélium portant une seconde anthéridie ou un oogone très-jeune appliqué contre le grand oogone.

Fig. 2. Oogone renfermant une jeune oospore munie de l'épisore naissant. *a*, anthéridie qui a poussé le tube fécondateur contre l'oospore.

Fig. 3. Oogone et oospore plus âgés. *a*, anthéridie.

Fig. 4 et 5. Oogones renfermant des spores mûres. *a*, anthéridie. Elle est vide et très-peu visible dans la figure 5; elle est très-bien conservée dans la préparation représentée par la figure 4, et son tube fécondateur y est entouré par une gaine très-épaisse qui fait partie de l'épisore.

Fig. 6. Oospore mûre isolée, montrant le profil de ses deux membranes et le protoplasma granuleux dans la périphérie duquel on voit de petites vacuoles.

Fig. 7 à 11. Germination d'une oospore, observée le 13 décembre 1862. Les cinq figures représentent autant de degrés de développement du même individu, lesquels succèdent l'un à l'autre suivant les chiffres 7 à 11.

Fig. 12. Zoospores oogènes libres et agiles.

Fig. 13. Zoospores oogènes devenues immobiles et poussant des germes.

Fig. 14 à 21. *Cystopus cubicus* Strauss, Lév. (*Scorzonera hispanica*, et, fig. 21, *Tragopogonis pratensis*).

Fig. 14. Fragment du mycélium pris des bords d'une jeune touffe conidifère, portant un rameau conidifère très-jeune qui vient d'engendrer la première conidie sphérique d'un chapelet.

Fig. 15. Rameau conidifère jeune qui a engendré trois conidies. Les deux conidies terminales ont la membrane épaisse et ombiliquée à la base.

Fig. 16. Fragment du mycélium portant deux rameaux conidifères. L'un d'eux a engendré deux conidies-zoosporanges, dont l'une est presque mûre et montre l'anneau transversal de la membrane. (Voyez la note à la page 31.) Dans ces deux rameaux conidifères, le protoplasma s'est retiré de la membrane par suite de la préparation, et l'on voit dans tous les deux les premiers rudiments de la cloison transversale par laquelle les jeunes conidies se séparent du tube supporteur.

Fig. 17. Oogone renfermant une oospore presque mûre. a, anthéridie dont le tube fécondateur touche l'oospore.

Fig. 18. Fragment d'un épispore mûr.

Fig. 19. Fragment semblable traité par l'iode et l'acide sulfurique.

Fig. 20. Fragment d'une coupe mince d'un épispore mûr.

Ces trois dernières figures (18 à 20) sont dessinées à un grossissement de 750 diamètres.

Fig. 21. Fragment d'une coupe verticale du parenchyme cortical d'un *Tragopogon pratensis* envahi par le *Cystopus*. On voit un tube ramifié du mycélium fixé aux cellules à l'aide de trois suçoirs.

PLANCHE 3.

CYSTOPUS PORTULACÆ DC., Lév.

Grossissement de 400 diamètres.

Fig. 1. Rameaux conidiophores montrant le développement des conidies, qui a lieu de la manière suivante : le sommet convexe du tube conidiophore se sépare de la partie inférieure par une cloison horizontale. Cette cloison débute

sous forme d'un anneau de cellulose implanté à la paroi latérale, et s'accroissant à la manière bien connue des cloisons naissantes des conferves, pour former enfin une lame horizontale. Les premiers rudiments de cet anneau sont représentés par la figure 46 de la planche 2.

La cloison ainsi développée, que j'appellerai cloison primitive, est une lame épaisse, dont la face supérieure est légèrement concave. Elle offre une couleur bleuâtre semblable à celle des membranes gélatineuses du mycélium, et différente de l'aspect de la paroi latérale des conidies, laquelle est parfaitement incolore. La formation de la cloison primitive étant achevée, le tube supporteur s'allonge au-dessous d'elle, et son sommet reprend la forme de dôme. La cloison conserve sa forme primitive, et, par conséquent, ses bords se détachent du tube supporteur. Cependant la conidie y demeure fixée au moyen d'une membrane ou gaine très-délicate intérieurement appliquée, qui revêt toute la paroi latérale du tube supporteur et des conidies. La cloison primitive ayant détaché ses bords, on voit au-dessus d'elle une nouvelle couche de cellulose, parfaitement semblable à la paroi latérale du corps reproducteur et se continuant sans interruption dans celle-ci. La conidie est ainsi revêtue entièrement par une membrane propre et supportée par la cloison primitive comme par une sorte de cupule.

Le même procédé se répétant continuellement au sommet du tube conidifère, le chapelet reproducteur s'allonge et les conidies développées sont successivement poussées en haut. Plus elles s'éloignent du point de leur naissance, plus leur cloison ou cupule primitive diminue de largeur et d'épaisseur. A partir du tube supporteur, la première ou les deux premières conidies ont la cupule encore très-distincte ; dans celles qui sont situées plus haut elle paraît sous forme d'une lame très-petite et très-mince ; dans la quatrième, ou même dans la troisième, elle a entièrement disparu. Les portions de la gaine qui entourent les bords des cupules persistent ; mais, à mesure que celles-ci s'évanouissent, elles sont rétrécies et amoindries pour former des isthmes étroits et délicats par lesquels les conidies demeurent unies entre elles pendant quelque temps. Finalement les isthmes disparaissent et les conidies tombent.

Le *Cystopus cubicus* offre un développement tout à fait semblable.

Dans le *Cystopus candidus* (pl. 4, fig. 4) on ne distingue pas la cloison primitive de la membrane propre des conidies.

Fig. 1. Rameaux conidifères offrant tous les degrés du développement des conidies.

Fig. 2. Conidie mûre, semée dans l'eau, ayant poussé la papille.

Fig. 3. Deux conidies mûres, fixées l'une à l'autre, semées dans l'eau. Dans l'une la formation des zoospores n'a pas encore commencé ; l'autre a produit quatre zoospores dont trois sont réunies en masse globuleuse au-devant du conceptacle vide.

Fig. 4. Petite conidie ayant engendré deux zoospores qui sont arrivées au-devant de la membrane vide.

Fig. 5. Zoospores libres et agiles.

Fig. 6. Zoospores devenues immobiles et ayant poussé des germes sur le porte-objet.

Fig. 7. Zoospores qui ont poussé deux germes. Ces spores sont plus grandes que les autres et paraissent être nées d'une partition incomplète de la cellule mère.

Fig. 8-11. Germination des zoospores semées sur la face supérieure des fenilles du *Portulaca sativa* Haw. Les figures présentent des fragments de l'épiderme détaché dont on voit la face extérieure dans les figures 8 et 9 et la face intérieure dans les figures 10 et 11.

Fig. 8. Zoospores fixées sur un stomate.

Fig. 9. Zoospore ayant commencé de pousser le germe dans le pore. Les deux préparations ont été faites deux heures après l'ensemencement.

Fig. 10 et 11. Germes entrés par les stomates, ayant les extrémités renflées et allongées ; dix-huit heures après l'ensemencement.

Fig. 12. Oogone renfermant une oospore presque mûre. *a*, anthéridie.

Fig. 13. Oogone d'un développement presque égal à celui du précédent, né dans une branche très-rameuse du mycélium et muni, par conséquent, de plusieurs appendices ramifiés. L'anthéridie a été détruite et arrachée par la préparation.

Fig. 14. Fragment d'un épispore mûr isolé, vu du côté intérieur.

Fig. 15. Fragment d'une coupe très-mince d'un épispore mûr.

PLANCHE 4.

PERONOSPORA UMBELLIFERARUM Casp.

La figure 15 est dessinée d'après un échantillon recueilli sur la tige du *Meum athamanticum* ; les autres dessins sont faits d'après des individus recueillis sur les feuilles de l'*Ægopodium Podagraria*.

Fig. 1. Conidie mûre.

Fig. 2-3. Naissance des zoospores.

Fig. 2. *a*, la partition du protoplasma est achevée, la conidie est gonflée, on ne voit pas la papille terminale ; *b*, la papille reparait pour être rompue : le protoplasma partagé se retire de la paroi.

Fig. 3. *a*, état semblable à la figure 2 *a*; le sporangé (conidie) renferme sept spores dont quatre sont visibles; *b*, expulsion de ces zoospores.

Fig. 4. Zoospores libres et agiles.

Fig. 5. Zoospores germées dans l'eau sur le porte-objet, représentées à divers degrés de développement.

Fig. 6 à 14. Fragment de l'épiderme détaché de la face inférieure des feuilles d'*Ægopodium Podagraria*, montrant la germination des zoospores et la pénétration des germes dans les stomates. Les préparations représentées dans les figures 6-9 ont été faites six heures après l'ensemencement; celles que les figures 10 et 14 reproduisent ont été obtenues vingt-quatre heures après l'ensemencement.

Fig. 6. Zoospore fixée sur un stomate.

Fig. 7. Zoospore fixée, commençant à pousser le germe dans le pore.

Fig. 8. État plus avancé; on voit le renflement globulaire du germe au dedans du stomate et, au dehors, la spore qui commence à se vider.

Fig. 9. État plus avancé que le précédent. La membrane de la spore restée au dehors du stomate est vide; elle est attachée, par un très-petit filament, au renflement du germe entré. Celui-ci s'est allongé en un tube qui a tourné son extrémité vers une cellule de l'épiderme.

Fig. 10. Deux germes entrés par les stomates, ayant enfoncé leurs extrémités dans des cellules épidermiques et y ayant développé les premiers suçoirs. Les membranes vides des spores qui avaient engendré ces germes ont disparu.

Fig. 11. Germe semblable aux deux précédents; la membrane vide de la spore s'est conservée au dehors du stomate.

Fig. 12 et 13. Coupes minces de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille d'*Ægopodium Podagraria*, présentant des stomates coupés par lesquels les germes du parasite sont entrés. La figure 12 correspond à la figure 9, la figure 13 aux figures 10 et 11.

Fig. 14. Fragment d'une coupe mince d'une feuille d'*Ægopodium* envahie par le *Peronospora*. On voit un tube du mycélium qui émet ses suçoirs dans les cellules de l'épiderme de la face supérieure (*e, e*) et du parenchyme sous-jacent.

Fig. 15. Tube du mycélium isolé, portant deux oogones; l'un est sessile, fixé au point *b*, et presque mûr: *a*, anthérie; l'autre est parfaitement mûr; l'anthéridie, *ax*, se trouve au dessous.

PLANCHE 5.

PERONOSPORA INFESTANS Mont.

Fig. 1. (Grossissement d'environ 450 diamètres.) Mycélium et branche conidifère pris à la surface d'une tranche de Pomme de terre malade qui avait été exposée à l'air humide; c, conidie jeune.

Fig. 2. (Grossissement de 390 diamètres.) Fragment d'un rameau conidifère semblable au précédent, mais plus âgé, ayant achevé la production des conidies, et offrant de nombreuses cloisons.

Fig. 3. Conidie mûre, grandie 390 fois en diamètre.

Fig. 4. Conidies qui s'allongent en tubes-germes, dessinées à un grossissement de 390 diamètres.

Fig. 5. Fragment mince emprunté, par une coupe verticale, à une tranche de Pomme de terre dont la surface, ss, avait reçu l'ensemencement des 300 spores du *Peronospora*. Deux germes ont perforé les parois des cellules superficielles de la tranche : l'un est entré dans un méat intercellulaire du parenchyme sous-jacent ; l'autre n'a pas encore quitté la cavité de la cellule superficielle. La figure 5 est dessinée à un grossissement de 390 diamètres.

PLANCHE 6.

PERONOSPORA INFESTANS Mont.

(Grossissement de] 390 diamètres.)

Fig. 1. Conidies-zoosporanges semées dans l'eau. Le protoplasma est partagé.

Fig. 2. Zoospore libre et agile.

Fig. 3. Zoospores devenues immobiles et commençant à germer.

Fig. 4. Zoospores qui, sur le porte-objet, ont poussé des germes allongés.

Fig. 5. Épiderme d'une tige de *Solanum tuberosum* dans laquelle trois zoospores du parasite ont poussé les germes en perforant les parois. Les parties des germes restées en dehors de l'épiderme sont vides ; l'extrémité pénétrée a reçu tout le protoplasma. Le nucléus des cellules perforées paraît intact, la membrane est brunie au point perforé et la couleur brune s'étend plus ou moins dans le voisinage de ce point. La préparation figurée a été faite environ dix-huit heures après l'ensemencement.

Fig. 6, 7. Fragments de coupes horizontales de l'épiderme et du tissu cortical d'une tige de *Solanum tuberosum*. Les germes du *Peronospora* ont pénétré dans les cellules épidermiques, ils se sont ramifiés, et celui qui est représenté par la figure 7 vient de perforer la paroi intérieure de la cellule qui le ren-

ferme. Les coupes ont été faites dix-sept heures après l'ensemencement des spores.

Fig. 8. Coupe verticale de la même tige qui a fourni les figures 6 et 7, faite vingt-quatre heures plus tard que les préparations mentionnées. Un germe, pénétré par l'épiderme, rampe au-dessous d'une grande cellule remplie d'érythrophyllé et des cellules allongées du collenchyme (*c, c*) cortical.

Fig. 9, 10. Coupes verticales d'une feuille de *Solanum tuberosum* coupée cinq jours après l'ensemencement des zoospores. *es*, épiderme de la face supérieure ; *ei*, épiderme de la face inférieure. On voit les filaments du mycélium ramper entre les cellules du parenchyme qui paraît encore parfaitement sain, et, dans la figure 10, émettre un rameau conidifère par un stomate (*s*).

PLANCHE 7.

Les figures 15 et 18 sont grandies 490 fois en diamètre; les autres 400 fois.

Fig. 1-9. *Peronospora densa* Rabenh. (*Rhinanthi minoris* Ehrh. et *Rhinanthi alectorolophi* Poll.).

Fig. 1. Extrémité bifurquée d'un rameau conidifère pauvre portant une conidie mûre.

Fig. 2. Conidie mûre.

Fig. 3. Conidie offrant les premiers états de la germination. *a*, la papille a disparu, la conidie est gonflée, les vacuoles périphériques sont visibles ; *b*, la papille reparait pour être rompue ; *c*, expulsion du protoplasma ; *d*, l'expulsion est achevée ; *e*, le protoplasma expulsé a pris une forme globuleuse.

Fig. 4. Conidie avant l'expulsion du protoplasma et immédiatement après celle-ci.

Fig. 5. Développement ultérieur du protoplasma expulsé; la masse globuleuse se revêt d'une membrane et pousse un germe qui reçoit peu à peu la matière granuleuse.

Fig. 6. Germes plus avancés situés au-devant des membranes vides des conidies. En *a*, une portion du protoplasma reste dans la membrane, sous forme de vésicule globuleuse.

Fig. 7. Épiderme d'une feuille de *Rhinanthus alectorolophus* Poll., pris à la face inférieure et montrant un germe du *Peronospora* pénétré dans une des cellules. Les rameaux du germe situés sous la cellule *a*, sont entrés dans le parenchyme sous-épidermique en perforant la paroi intérieure de la cellule qui avait reçu le germe, les autres rameaux sont entrés dans la cellule *b*.

Fig. 8. Fragment d'une coupe d'une bractée du *Rhinanthus minor* envahie par

le *Peronospora*. On voit les tubes du mycélium poussant des suçoirs qui dépriment et perforent les parois des cellules du parenchyme.

Fig. 9. Oogone presque mûr. Cette espèce a les oogones munis d'une paroi très-épaisse, offrant un pore traversé par le tube fécondateur de l'anthéridie (a). L'oospore a l'épispore jaunâtre et très-ténu.

Fig. 10-15. *Peronospora macrocarpa* Corda (*Anemones nemorosæ*).

Fig. 10. Conidie mûre.

Fig. 11. Conidie semée dans l'eau, présentant l'expulsion du protoplasma et l'état qui la précède immédiatement.

Fig. 12. Autre conidie, vue avant et pendant l'expulsion du protoplasma.

Fig. 13. Le globule expulsé et situé au-devant de la membrane vidée, s'est entouré d'une membrane et renferme des vacuoles.

Fig. 14. État plus avancé que le précédent : le globule expulsé commence à pousser le germe.

Fig. 15 et 16. Germes normaux représentés à divers degrés de développement.

Fig. 17. Conidies qui germent d'une manière anormale en poussant immédiatement des tubes-germes.

Fig. 18. *Peronospora Ficariae* Tul. Fragment de l'épiderme détaché de la face inférieure d'une feuille de *Ranunculus Ficaria*, sur laquelle les conidies avaient été semées. On voit trois conidies ayant poussé des tubes-germes latéraux qui ont perforé et bruni les cellules épidermiques, et dont les extrémités renfermées dans ces cellules ont reçu tout le protoplasma.

PLANCHE 8.

Fig. 1-6. *Peronospora glangliiformis* Berk. (*Lactuce sativæ*). Grossissement de 390 à 400 diamètres, et, pour les figures 3 et 4, de 460 à 200 diamètres.

Fig. 1. Conidie mûre.

Fig. 2-4. Germination des conidies obtenue sur le porte-objet.

Fig. 5 et 6. Épiderme d'une feuille de *Lactuca sativa*, examinée le 18 mai 1860, ayant été ensemencée des conidies du parasite le 16 mai. On voit les membranes vides et plissées des conidies au-dessus de l'épiderme et les extrémités renflées des germes pénétrés dans les cellules.

Fig. 7. *Peronospora effusa* Desmaz. (*Chenopodii albi*). Conidies germées sur le porte-objet, grandies 190 fois en diamètre.

Fig. 8-17. *Peronospora Alsinearum* Casp. (*Stellariæ mediæ*). Développement des oogones et des anthéridies. Les figures 14, 17, 18 sont grandies 400 fois en diamètre, les autres sont grandies un peu moins.

- Fig. 8. Tube ramifié du mycélium portant un oogone très-jeune.
- Fig. 9. Filament rameux du mycélium portant un oogone jeune, auquel le rameau (*a*) qui va produire l'anthéridie s'est appliqué.
- Fig. 10 et 11. Oogones jeunes séparés du tube supporteur par une cloison. *a*, anthéridies qui ont fini de grandir.
- Fig. 12. Oogone dans lequel la gonosphérie vient de se former. L'anthéridie commence à pousser le tube fécondateur.
- Fig. 13. L'anthéridie a poussé un tube fécondateur dont le sommet, singulièrement renflé, touche la gonosphérie. Celle-ci offre un contour net, produit par la membrane de cellulose qui vient d'être sécrétée.
- Fig. 14. Oogone renfermant une oospore jeune à membrane très-distincte. L'anthéridie a poussé un tube fécondateur de la forme ordinaire.
- Fig. 15. Anthéridie dont le tube fécondateur a été isolé par l'évacuation (artificielle) de l'oogone.
- Fig. 16. Oogone renfermant une oospore jeune revêtue de l'épispore brun et réticulé. Le protoplasma qui entoure l'oospore offre de nombreuses vacuoles. *a*, anthéridie.
- Fig. 17. Oogone renfermant une oospore mûre, munie d'un épispore réticulé très-épais. Le protoplasma périphérique a disparu presque entièrement. *a*, anthéridie.
- Fig. 18. Oospore mûre dont l'épispore a été détaché après macération dans l'eau. On voit l'endospore épais, incolore, composé de deux couches distinctes renfermant du protoplasma et de deux vacuoles inégales. Le corps *t* qui ne peut pas être séparé de l'endospore représente sans doute le reste du tube fécondateur.

PLANCHE 9.

- Fig. 1 et 2. *Peronospora leptosperma* M. (*Tripleurospermi inodori* Schultz). Grossissement de 490 diamètres.
- Fig. 1. Rameau conidifère adulte, bien développé, portant quatre conidies mûres, ayant perdu les autres. *c*, conidies mûres isolées.
- Fig. 2. Rameau conidifère adulte, pauvre, sortant par un stomate de la plante hospitalière.
- Fig. 3 et 4. *Peronospora Radii* M.
- Fig. 3. (Grossissement de 490 diamètres.) Rameau conidifère adulte, ayant perdu les conidies. *c*, conidies isolées.

Fig. 4. (Grossissement de 400 diamètres.) Conidie poussant un germe qui perfore la paroi d'une cellule épidermique d'une fleur linguiforme du *Tripleurospermum inodorum* Sch.

Fig. 5-8. *Peronospora parasitica* Tul. (*Capsellæ*). Grossissement de 390 diamètres.

Fig. 5. Fragment d'une coupe verticale de la moelle du *Capsella Bursa pastoris* Mchx, envahie par le *Peronospora*. On voit un tube du mycélium intercellulaire enfoncer un gros suçoir dichotome dans une des cellules de la moelle; cependant ce suçoir est des plus petits qu'on trouve dans cette espèce. Le mycélium porte un oogone presque mûr; l'anthéridie appliquée contre cet oogone n'est pas visible, parce qu'elle est située au-dessous de l'oospore. Le *P. parasitica* Tul. a les oogones munis de parois très-épaisses, offrant des couches distinctes; ses oospores sont revêtues d'un épispore peu épais, parfaitement lisse et de couleur jaunâtre.

Fig. 6. Oogone plus jeune que celui de la figure 5. a, anthéridie.

Fig. 7. Oogone et oospore mûrs.

Fig. 8. Conidie germée sur le porte-objet.

Fig. 9 et 10. *Peronospora calotheca* DBy. (*Asperulæ odoratæ*). Grossissement de 390 diamètres.

Fig. 9. Tube du mycélium rampant dans le parenchyme de la tige de l'*Asperula* et poussant des suçoirs très-ramifiés dans les cellules.

Fig. 10. Fragment isolé du mycélium portant deux suçoirs.

PLANCHE 10.

UROMYCES APPENDICULATUS Lamk

(*Faba vulgaris* Mchx).

Les figures 1-7 sont dessinées à un grossissement de 400 diamètres; la figure 8 est grandie 190 fois.

Fig. 1. Spore ayant poussé le promycélium cloisonné.

Fig. 2. État plus avancé. Les stérigmes du promycélium ont commencé à engendrer des sporidies.

Fig. 3. Sporidies mûres isolées, dont deux commencent à germer.

Fig. 4. Épiderme d'une feuille (face supérieure) du *Faba vulgaris*. On y avait semé, le 18 juin, les sporidies du parasite; le 20 juin on fit la préparation représentée par la figure. On voit dans celle-ci quatre germes du parasite pénétrés dans les cellules de l'épiderme; dans trois d'entre eux la membrane vide de la sporidie s'est conservée au dehors de l'épiderme.

Fig. 5 et 6. Germes de sporidies pénétrant dans les cellules épidermiques de la tige du *Faba vulgaris*.

Fig. 7. Fragment d'une coupe verticale mince d'une feuille de la Fève. On voit un germe de sporidie contenu dans une cellule épidermique de la face supérieure de la feuille. La coupe a été faite plusieurs jours après l'ensemencement; le tube-germe est ramifié et cloisonné.

Fig. 8. Coupe verticale d'une feuille primordiale du *Pisum sativum* L., montrant le parenchyme parcouru par le mycélium de l'*Uromyces*, et renfermant une spermogonie dont les cils ou paraphyses sortent au travers d'une fente de l'épiderme. La coupe figurée a été faite le 9 juillet; on avait semé les sporidies de l'*Uromyces* sur le *Pisum* le 26 juin.

PLANCHE 11.

Fig. 1-6. *Uromyces appendiculatus* Lamk (*Faba vulgaris* Mchx). Grossissement de 490 diamètres.

Fig. 1. Stylospores-*Æcidium* récents, dont deux ont poussé des germes sur le porte-objet. La ponctuation de l'épispore n'est pas visible à ce grossissement.

Fig. 2. Stylospores-*Æcidium* ayant germé sur l'épiderme du *Faba* et ayant introduit le germe dans un stomate. La partie du germe restée au dehors du stomate est renflée et claviforme; l'extrémité, remplie par le protoplasma orangé, s'est séparée du reste par une cloison.

Fig. 3. Stylospores-*Uredo* germés sur le porte-objet.

Fig. 4. Stylospore-*Uredo* envoyant son tube-germe dans un stomate du *Faba vulgaris*.

Fig. 5. Germe d'une stylospore-*Uredo* entré par un stomate du *Faba*, allongé et cloisonné au-dessous de l'épiderme.

Fig. 6. Coupe verticale d'une feuille de *Faba*, qui avait été ensemencée de stylospores-*Uredo*. On voit un germe provenant de ceux-ci entré par un stomate, muni d'une cloison au-dessous du stomate, ramifié et descendant entre les cellules du parenchyme.

Fig. 7-10. *Æcidium Tragopogonis* P. (*Puccinia Tragopogonis* Cord.). Grossissement de 390 diamètres.

Fig. 7. Stylospores germés sur le porte-objet.

Fig. 8 et 9. Germes entrés par les stomates d'un cotylédon du *Tragopogon pratensis* L. et ramifiés au-dessous de l'épiderme. Les préparations ont été faites le 19 juin, l'ensemencement des stylospores ayant été fait le 18.

Fig 10. Germe entré dans un stomate du *Sempervivum tectorum* L.

Fig. 11 et 12. *Puccinia Compositarum* Schl. Grossissement de 390 diamètres.

Fig. 41. Épiderme de la face inférieure d'une feuille de *Tragopogon pratensis* L., sur laquelle on avait semé des stylospores-*Uredo* (*Uredo suaveolens* P.) recueillis sur le *Cirsium arvense* Scop. On voit un germe entré par un stomate.

Fig. 42. Coupe verticale au travers de la même feuille qui a fourni la figure précédente. On voit l'extrémité d'un germe entrée par un stomate et descendue dans la grande cavité intercellulaire sous-jacente. C'est tout le développement que les germes du *Puccinia Compositarum* prennent dans le *Tragopogon*.

PLANCHE 12.

Fig. 1-4. *Endophyllum Sempervivi* Lév. Grossissement d'environ 200 diamètres dans la figure 1, et de 390 diamètres dans les figures 2-4.

Fig. 1. Spores ayant poussé le promycélium qui engendre les sporidies. *sp*, sporidies isolées dont deux commencent à germer.

Fig. 2. Fragment du bord d'une feuille du *Sempervivum tectorum* L., auquel un cil composé de deux cellules est implanté. L'extrémité du cil est omise dans la figure. Une sporidie du parasite, semée sur l'une des cellules du cil, a poussé son germe dans la cavité de la cellule en perforant la paroi. Le germe s'est ramifié dans la cavité de la cellule, les rameaux sont dirigés, pour la plupart, vers le bord de la feuille, et deux d'entre eux sont entrés dans la cellule *a* en perforant la membrane.

Fig. 3. Fragment d'une des cellules qui composent un cil. Le germe d'une sporidie a perforé la paroi très-épaisse de la cellule et s'est ramifié dans sa cavité.

Fig. 4. Cellule épidermique de la face supérieure d'une feuille du *Sempervivum tectorum*. Elle renferme deux germes d'*Endophyllum*; ces germes sont très-ramifiés et l'un d'eux a perdu la membrane de la sporidie à laquelle il doit son origine.

Les figures 2-4 ont été obtenues six jours après l'ensemencement des sporidies.

Fig. 5 et 6. *Coleosporium Campanularum* Lév. Grossissement de 390 diamètres.

Fig. 5. Épiderme détaché de la face inférieure d'une feuille du *Campanula Rapunculus* L., sur laquelle les stylospores-*Uredo* du parasite avaient été semés. La préparation figurée a été obtenue quatre jours après l'ensemencement. On voit un germe du *Coleosporium* s'introduire dans un stomate; la partie qui se trouve au dehors du stomate est renflée et presque vide.

Fig. 6. Fragment du même épiderme qui a fourni la figure 5 dessinée le même jour que celle-ci. L'épiderme est tourné de manière à offrir sa face intérieure à l'observateur. On voit deux germes entrés par les stomates et ramifiés au dedans de ceux-ci.

Fig. 7. Fragments de l'épiderme d'un cotylédon du *Dianthus barbatus* L. sur lequel on avait semé les sporidies du *Puccinia Dianthi* DC.

Les figures dessinées vingt-quatre heures après l'ensemencement, à un grossissement de 390 diamètres, montrent des sporidies qui ont germé dans le voisinage des stomates et dont tous les germes sont dirigés vers les pores. Trois de ces germes ont introduit leurs extrémités dans les pores.

Fig. 8. Fragment d'une coupe horizontale d'un nœud de la tige du *Saponaria officinalis* L. envahie par le *Sorisorium Saponariae* Rüd. (Grossissement de 390 diamètres.) On voit les filaments du mycélium vivace du *Sorisorium* ramper entre les cellules, perforer les parois, et porter des rameaux fasciculés et entrelacés en des glomérules contenus dans la cavité des cellules hospitalières.

PLANCHE 13.

La figure 1 est grossie 90 fois, les figures 2 et 3 490 fois, toutes les autres 390 fois.

Fig. 1. Petite branche conidifère du *Peronospora Schleideniana* Ung. sortant à travers un stomate d'une feuille d'*Allium Cepa*.

Fig. 2. Branche conidifère du même *Peronospora* sortant d'un stomate. L'échantillon représenté par la figure s'est développé en plein air, par un temps peu humide.

Fig. 3. Sommet ramifié d'une branche conidifère de la même espèce, individu vigoureux, développé sur une feuille d'*Allium* qu'on a ensemencée dans une atmosphère humide, pendant dix-huit heures, c, conidies mûres.

Fig. 4. Oogone et oospore mûrs du *Peronospora calotheca* DBy.

Fig. 5. Oogone et oospore mûrs du *P. Myosotidis* DBy.

Fig. 6. Oogone et oospore mûrs du *P. Dianthi* DBy.

Fig. 7. Oogone et oospore mûrs du *P. Holostei* Casp.

Fig. 8 et 9. Oospores et oogones mûrs du *P. Arenariae* Berk., provenant d'une feuille de l'*Arenaria serpyllifolia*. Cal

Fig. 10. Oospore mûre du *P. Viciae* Berk., provenant d'une feuille d'*Orobos tuberosus*. Cal

Fig. 11. Oospore presque mûre du *P. effusa* (Grev.) β minor (*Atriplicis patulae*), renfermée dans l'oogone. x 390 Eff

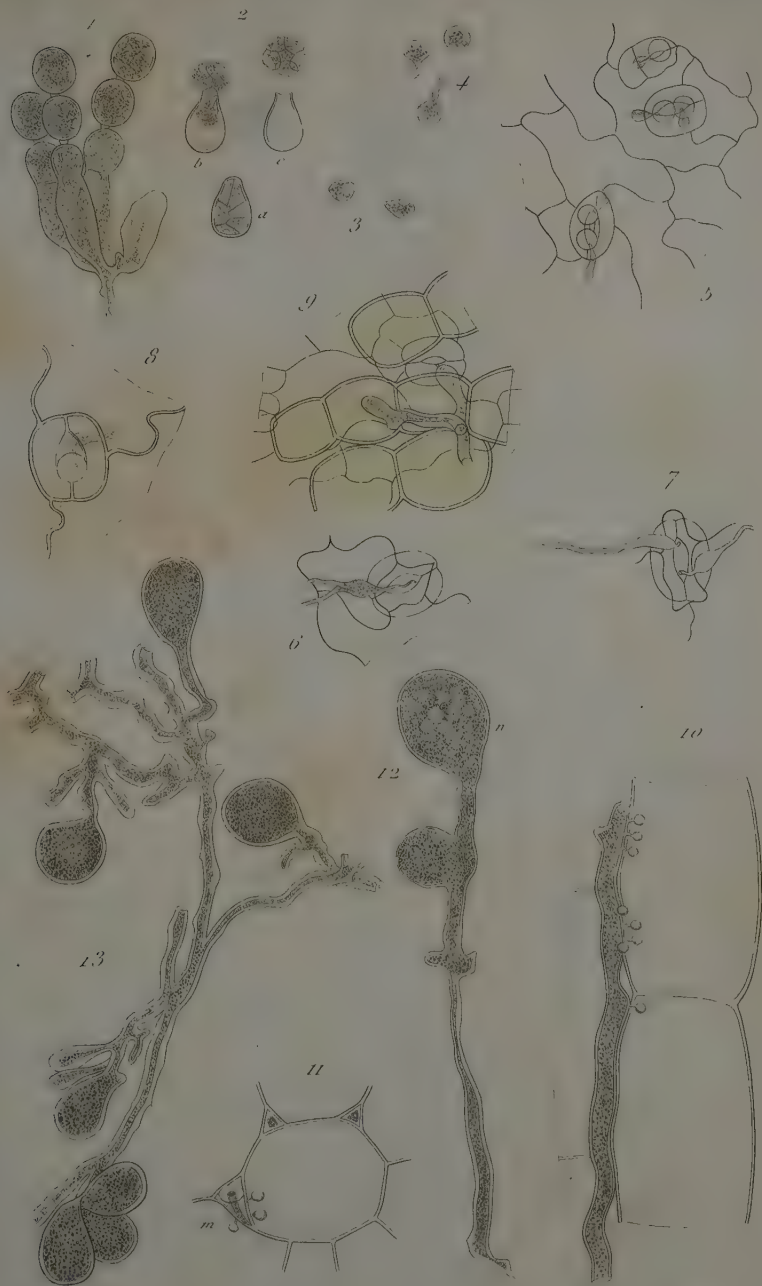
Fig. 12. Oospore et oogone mûrs du *P. grisea* Ung. (*Veronicae hederifoliae*). Dans les figures 11 et 12 on voit l'endospore à travers l'épispore; dans les figures 4 à 10 la surface de celui-ci est représentée seule. Eff

Fig. 43-45. *Cystopus Biliti* (Biv.) Lév.

Fig. 43. Rameau conidifère portant trois conidies successivement développées.

Fig. 44. Conidies mûres plongées dans l'eau; l'une (a) est vide et montre à son extrémité la papille ouverte par laquelle les zoospores se sont échappées.

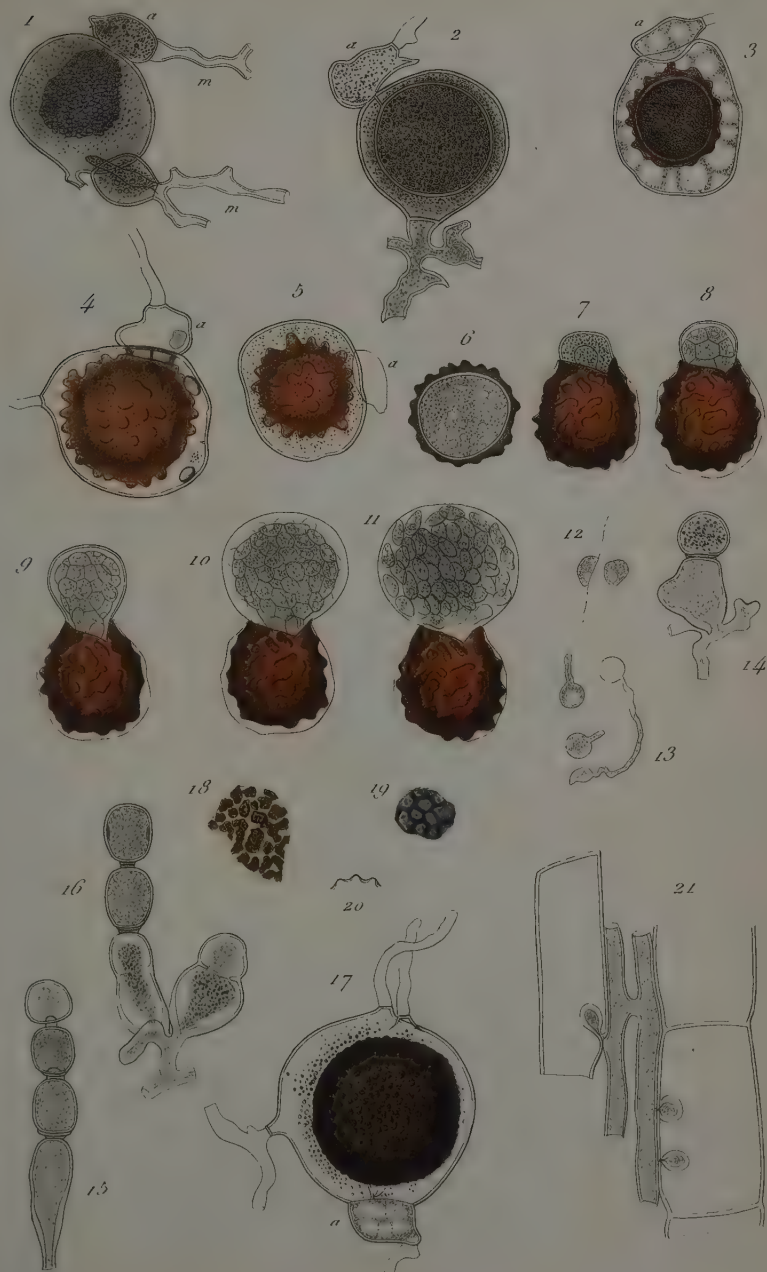
Fig. 45. Oogone renfermant une oospore mûre. L'anthéridie est appliquée à l'oogone et son tube fécondateur est entouré par une gaine épaisse qui fait partie de l'épispore.



Dr. Bary del.

Bumont sc.

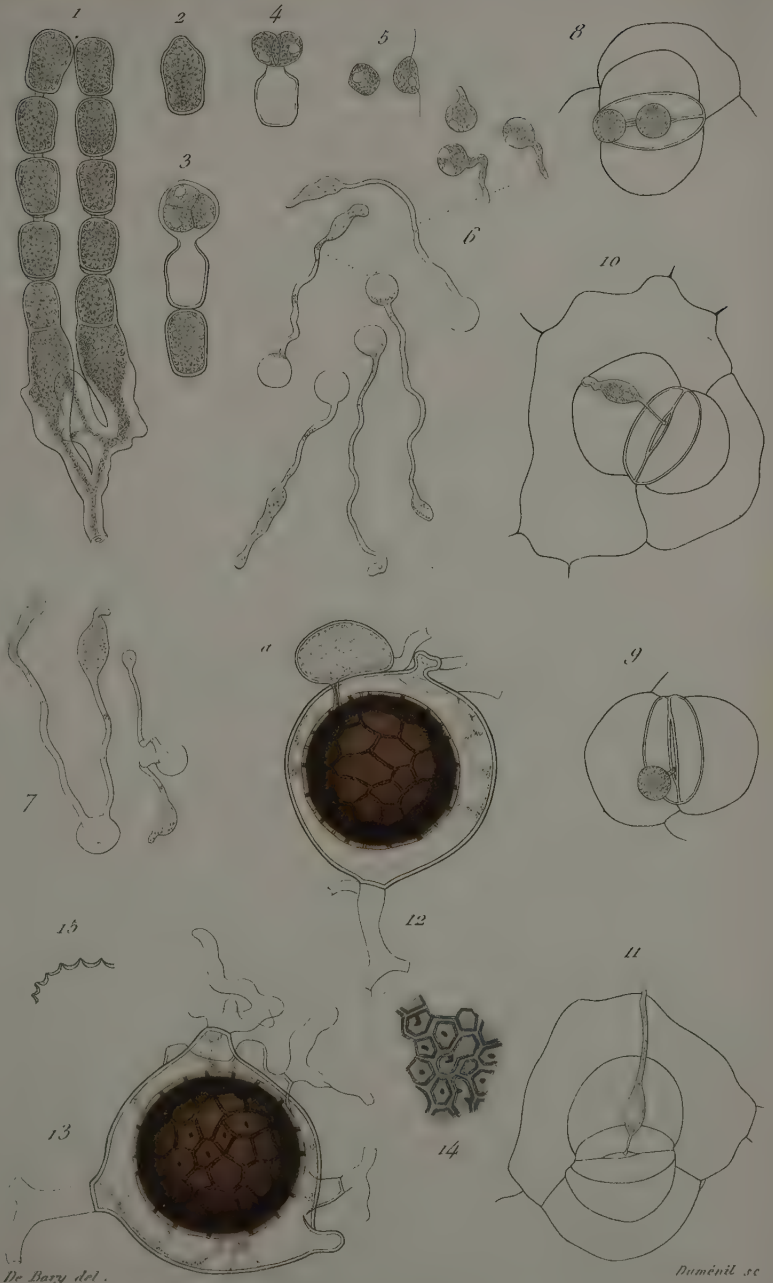
Cystopus candidus neo.



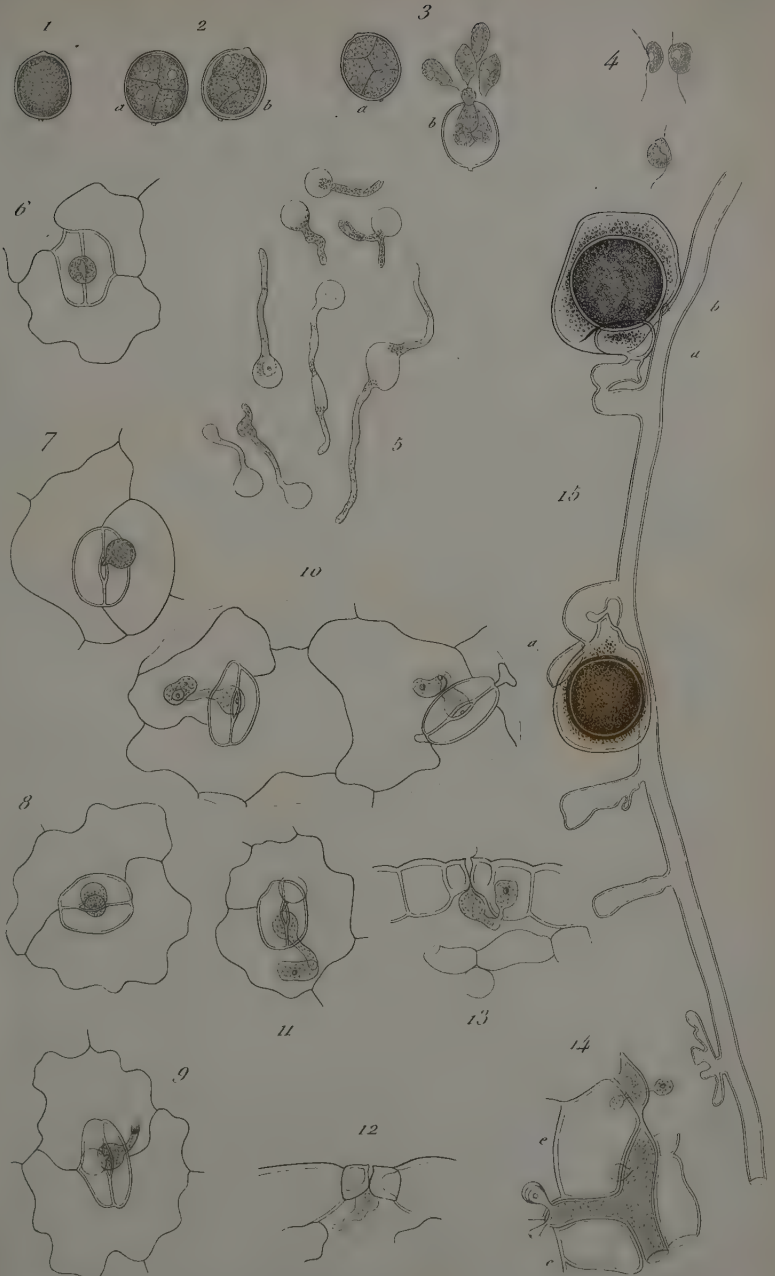
De Bary del.

Duménil sc

Cystopus candidus Lév.



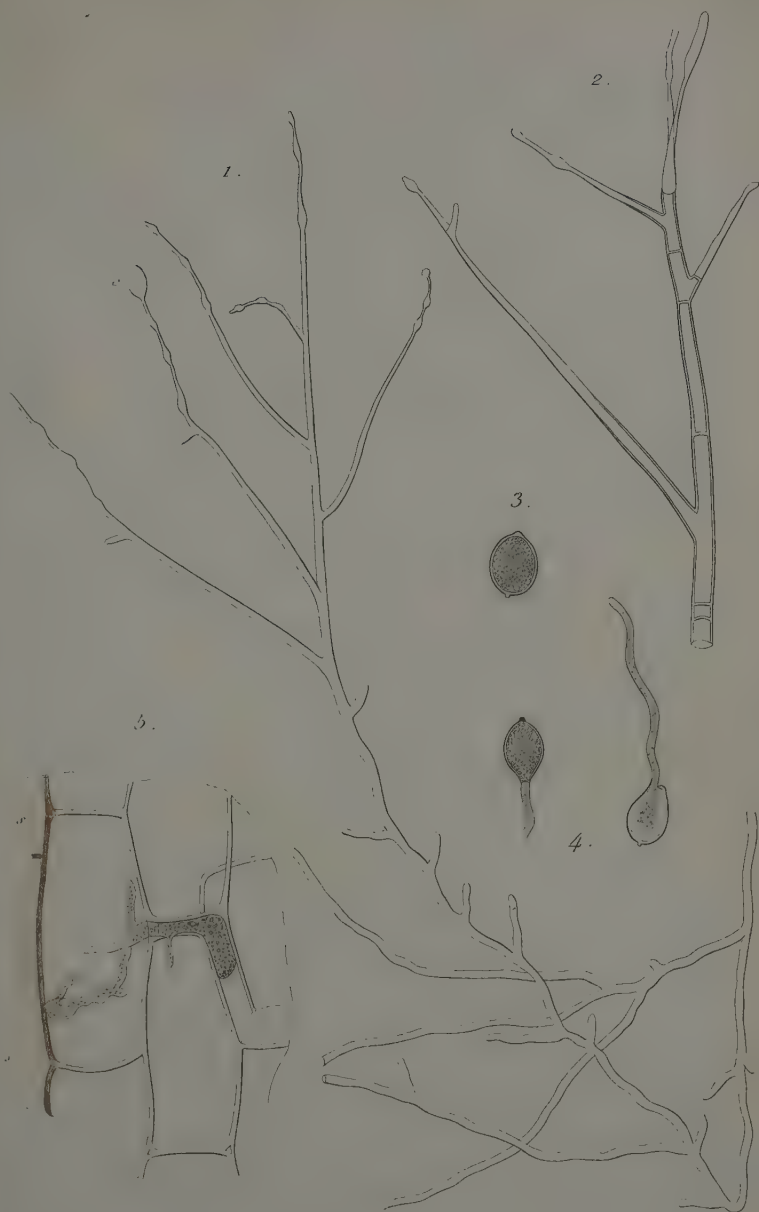
Cystopus Portulacæ DC Lévl.



De Bary del.

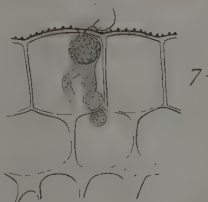
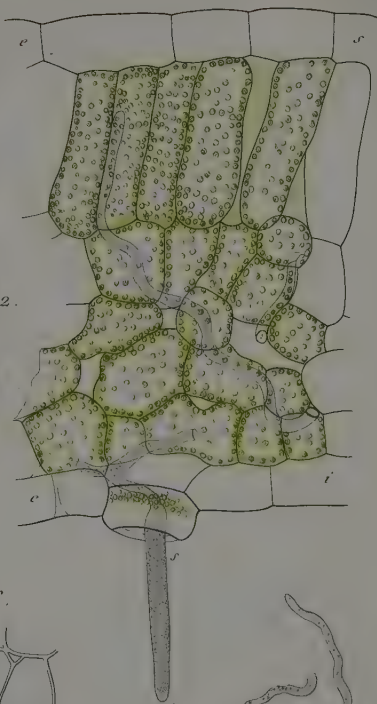
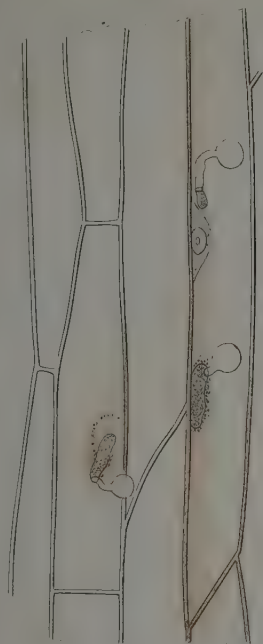
Duménil sc.

Peronospora Umbelliferarum. Casp. = *P. nivea*

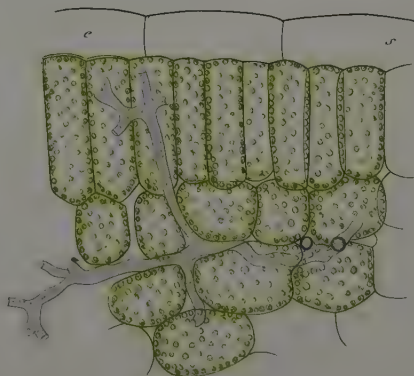
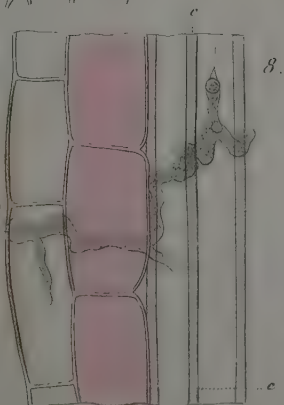


5.

10.



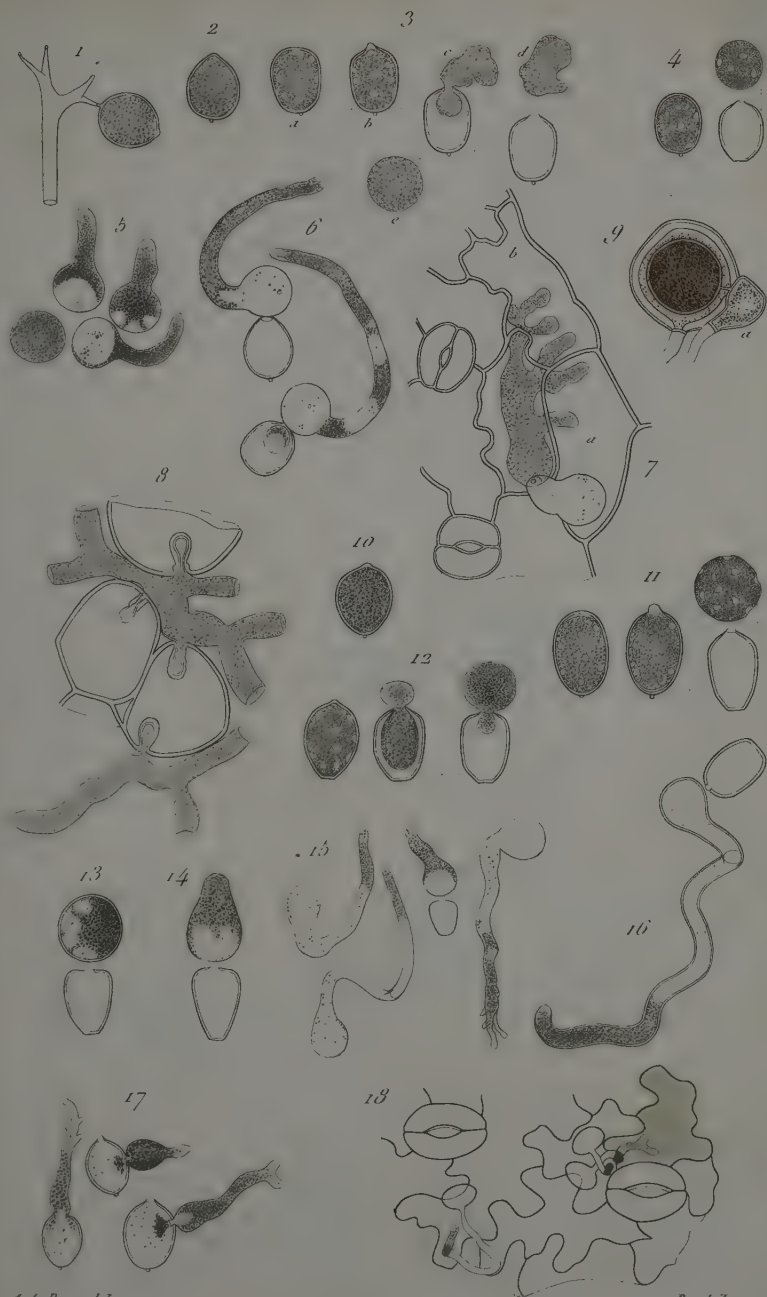
9.



De Bary del.

Duménil sc.

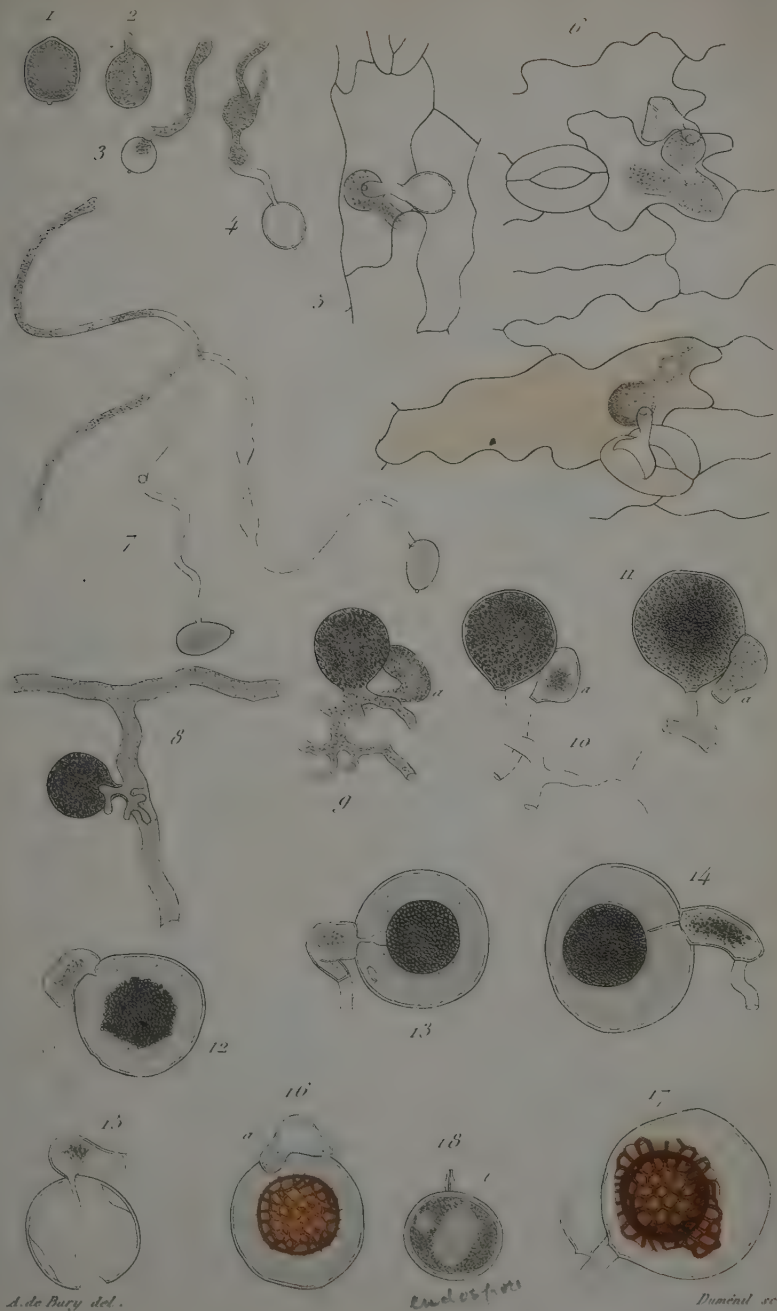
Peronospora infestans Mont.



A. de Bary del.

Duméril sc.

1-9 *Peronospora densa*, 10-14 *P. macrocarpa*, 15-18 *P. ficariae*.

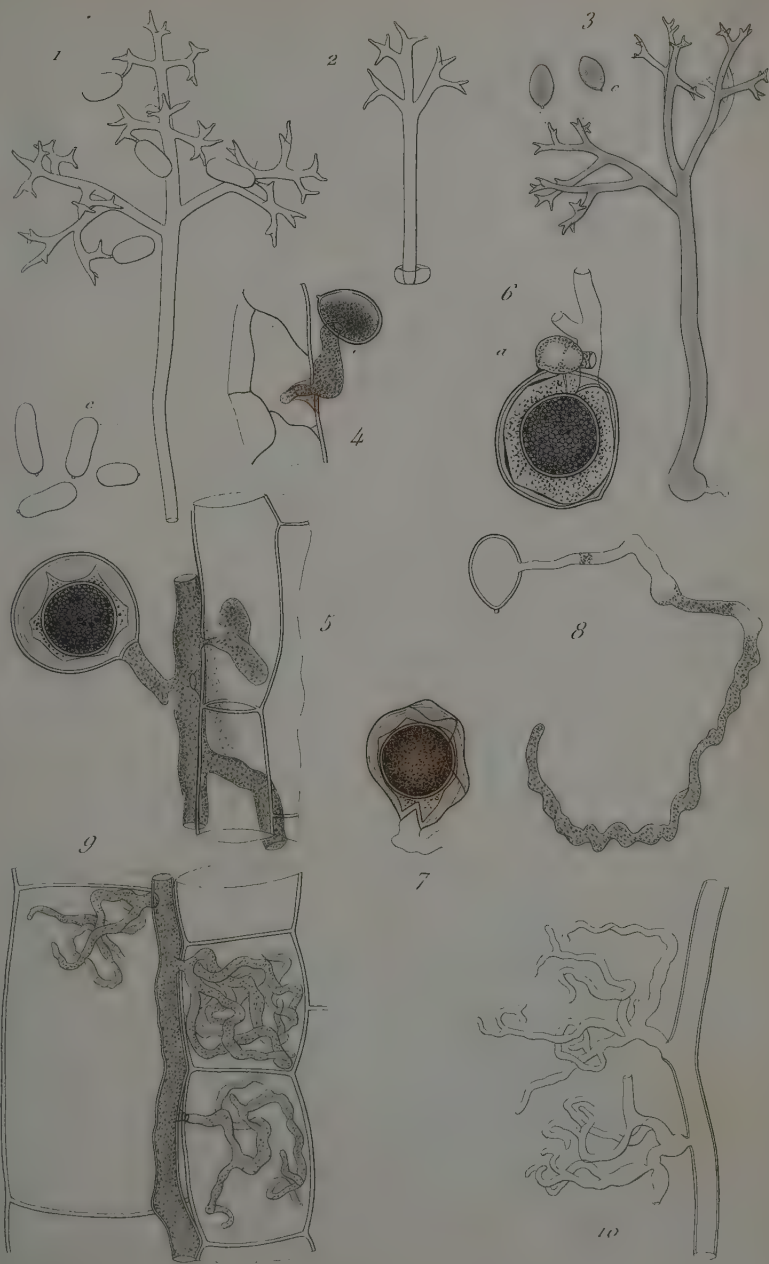


A. de Bary del.

Endostoma

Duméril sc.

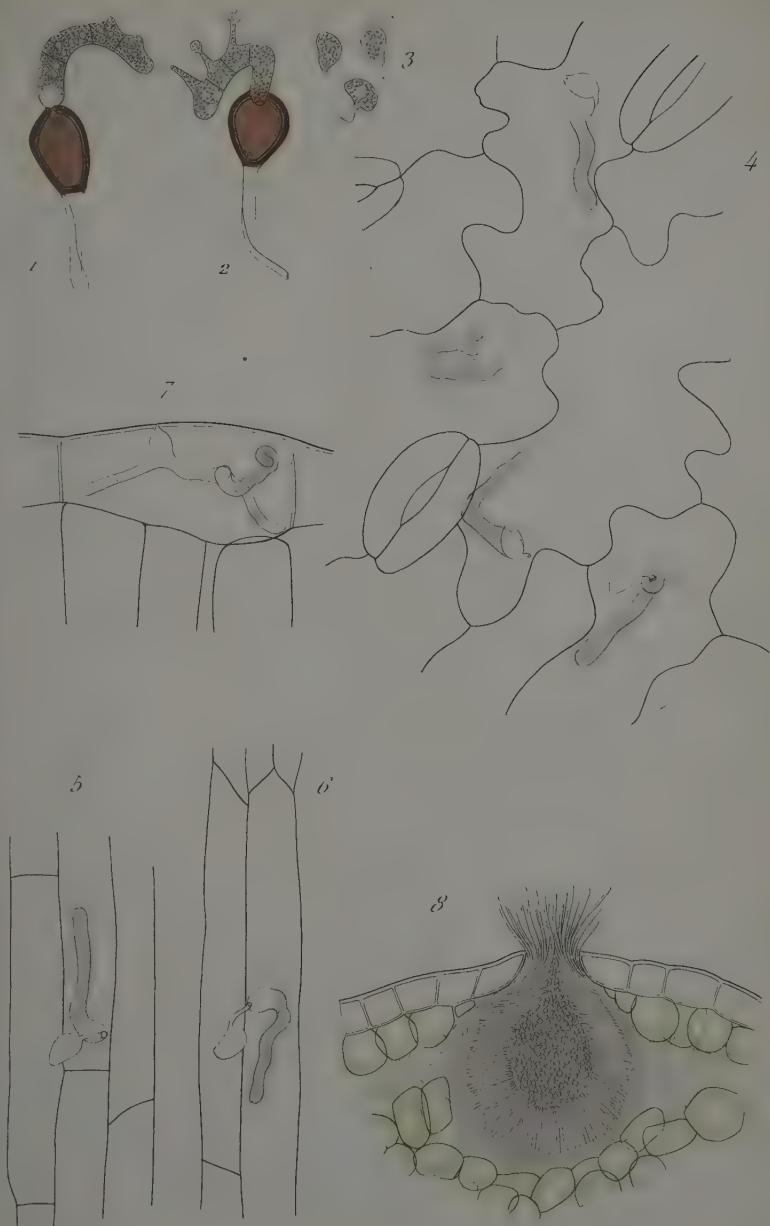
Peronospora gangliaformis, *P. effusa*, *P. alsincorum* 18-18

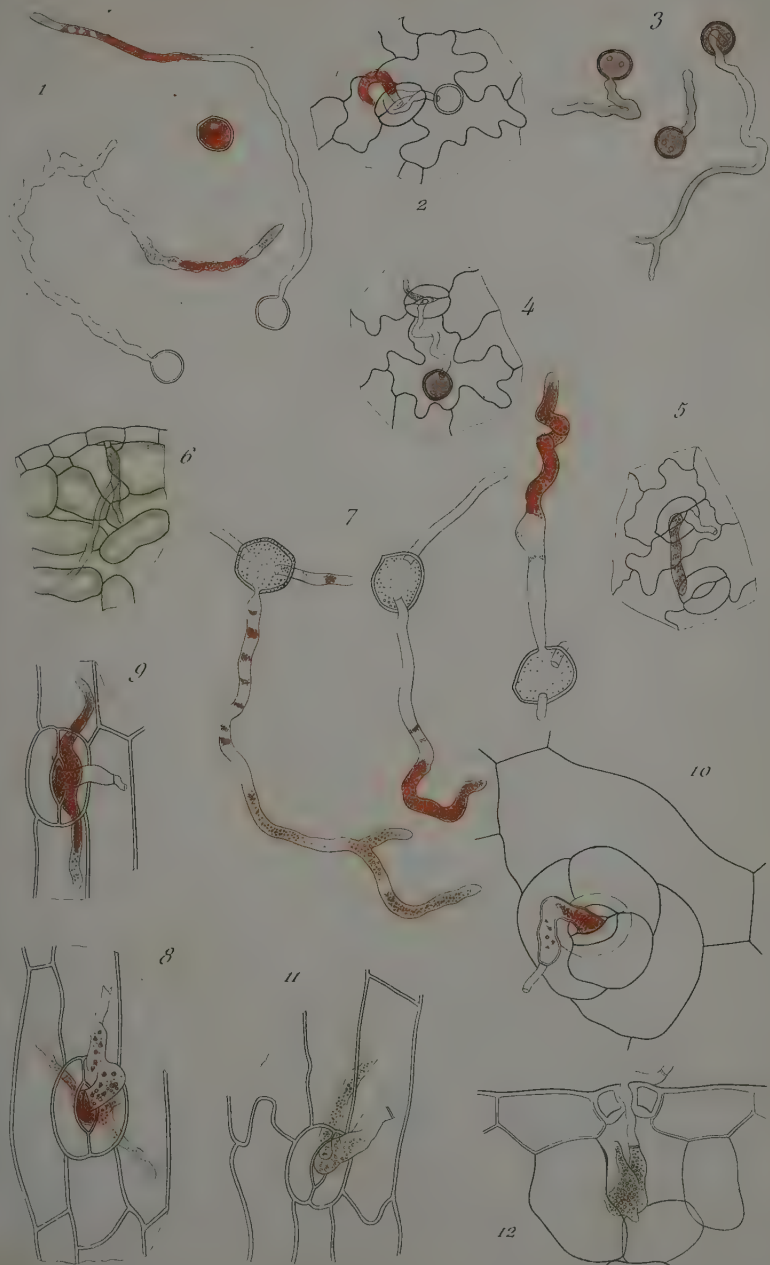


De Bary del.

Duménil sc.

1-2, *Peronospora leptosperma*, 3-4, *P. Radii*, &
5-8, *P. parasitica*, 9-10 *P. caliotheca*

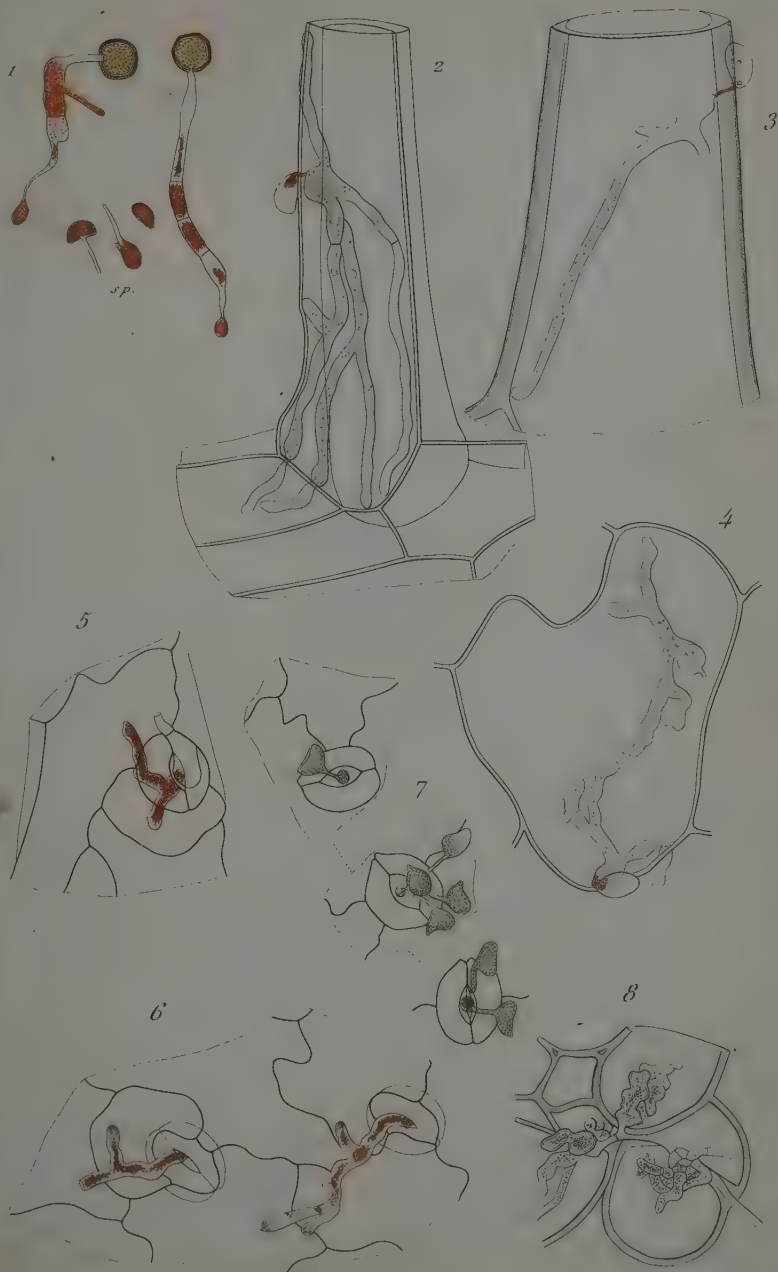




A. de Bary del.

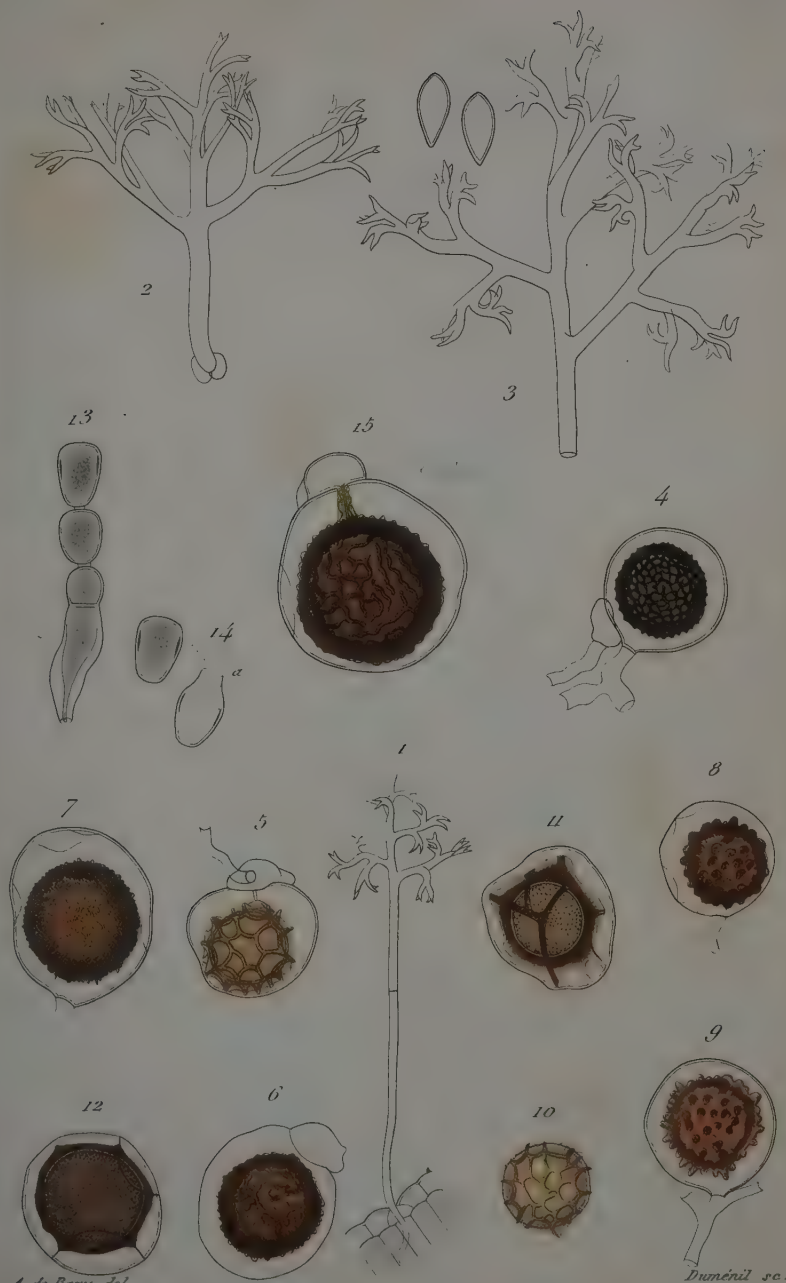
Duménil sc.

Uromyces appendiculatus. Ecidium Tragopogonis. Puccinia Compositarum.



A. de Bary del.

Duméril sc.



1-3 *Peronospora Schleideniana* & *P. calotheca*, &.



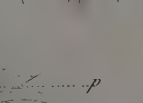
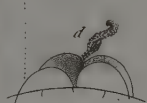
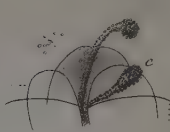
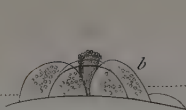
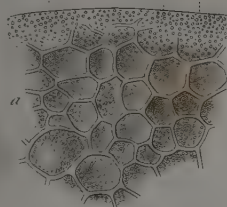
J. Hanstein del.

Duméril sc.

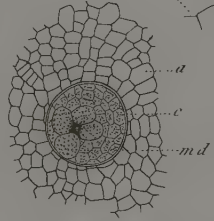
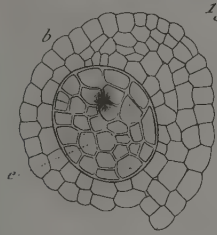
Marsilea salvatrix.

17

18



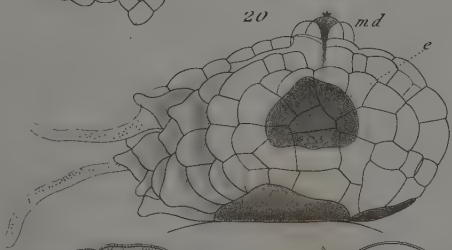
19



21



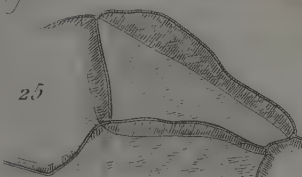
20



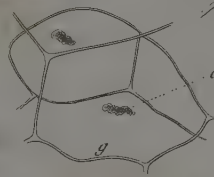
22



25



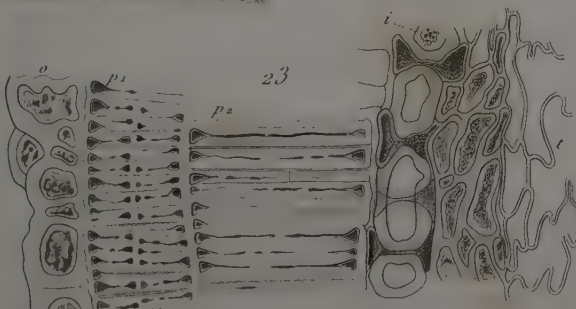
24



26



23



J. Hanstein del.

Duméril sc.

Marsilea salvatrix.

